



**Apprentissage, organisations et individualisme.
Perspectives issues de la théorie de la connaissance.**

David Versailles

► **To cite this version:**

David Versailles. Apprentissage, organisations et individualisme. Perspectives issues de la théorie de la connaissance.. Economies et finances. Université Nice Sophia Antipolis, 2008. tel-00360801

HAL Id: tel-00360801

<https://theses.hal.science/tel-00360801>

Submitted on 12 Feb 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

APPRENTISSAGE, ORGANISATIONS ET INDIVIDUALISME

PERSPECTIVES ISSUES DE LA THÉORIE DE LA CONNAISSANCE

Thèse pour l'habilitation à diriger des recherches
Discipline : science économique
présentée et soutenue publiquement par

David W. VERSAILLES

Centre de recherche de l'Armée de l'air (CReA), Salon de Provence

Chercheur associé à PHARE (EA 3934), Université Paris I Panthéon Sorbonne
Chercheur associé à EconomiX (UMR 7166), Université Paris X Nanterre

JURY

Professeur Richard ARENA Université de Nice Sophia Antipolis
Professeur Max BOISOT University of Birmingham, I Space Institute
Rapporteur
Professeur Patrick COHENDET Université Louis Pasteur, Strasbourg
et HEC Montréal
Rapporteur
Professeur Pierre GARROUSTE Université Lumière Lyon 2 et
ATOM, Université Paris I Panthéon Sorbonne
Rapporteur
Professeur Michel RAINELLI Université de Nice Sophia Antipolis

Nice, 1^{er} octobre 2008

Ce travail est
respectueusement
dédié à la mémoire
de mon ami et *Doktorvater*
Gerard Radnitzky...
philosophe des sciences
et pilote de chasse
sur Ju 88 et Me 262

J'exprime toute ma gratitude à Richard Arena pour m'avoir accompagné dans cette entreprise dans des circonstances caractérisées, comme toujours, par des emplois du temps denses et contraints.

Toute ma reconnaissance va à ceux qui m'ont accompagné et soutenu dans les aventures qui se sont succédées depuis mes premiers travaux sur l'économie du temps et de l'ignorance, et à Gérard Bramoullé tout particulièrement. Le temps a passé très vite.

J'ai une pensée émue pour les co-auteurs qui ont dû me supporter pendant toutes ces années autour de projets passionnants.

Une attention particulière, enfin, pour Valérie Mérindol, en espérant vivement que nos publications à venir soient toujours autant stimulantes, et encore plus nombreuses...

La Faculté n'entend donner aucune approbation ni improbation aux options émises dans les thèses. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

Les propos tenus dans ces pages, dans la présentation des activités de recherche et ensuite dans les articles repris au cours des diverses sections, n'engagent que l'auteur et ne représentent en rien une position officielle de l'Armée de l'air ou du ministère français de la Défense.

SOMMAIRE

1. PRÉSENTATION ANALYTIQUE DES TRAVAUX DE RECHERCHE.....	1
A. Méthodologies individualistes et explication en analyse économique	6
B. Articulation individuel / collectif en théorie des organisations	17
C. La position spécifique du chercheur en institution, au sein de la Défense	25
D. Activités en cours.....	28
E. Bibliographie.....	33
2. ARTICLES DU THÈME 1: MÉTHODOLOGIES INDIVIDUALISTES ET EXPLICATION EN ANALYSE ÉCONOMIQUE	37
A. JEEH, VIII-1, Recension de Boland, Critical economic methodology, 1998	39
B. CEP, 1999, "La place de l'individualisme dans la théorie hayekienne ..."	47
C. REP, 1999, "Une théorie hayekienne de la connaissance économique ?" co-auteur Christian Schmidt	71
D. Revue de Philosophie économique, 2000, "Hayek vs. Popper" co-auteur Christian Schmidt	85
E. CEP, 2006, "Subjectivisme [...] [dans] les Grundsätze (1871-1923) de Carl Menger"	109
F. Economica, 2008 (sous presse), Recension d'Arena et Festré (eds;) (2006)	125
3. ARTICLES DU THÈME 2: INFORMATION, CONNAISSANCE, COMPÉTENCES ET ÉCONOMIE DE LA DÉFENSE.....	129
A. Defense Studies 2007: "Towards a reinterpretation of ICTs' impact on C2", co-auteur Valérie Mérindol	131
B. 13 th ICCRTS (2008): "Sharing awareness and problem solving"	147
4. ARTICLES DU THÈME 3: ORGANISATION INDUSTRIELLE, RÉSEAUX DE CONNAISSANCES ET ÉCONOMIE DE LA DÉFENSE	163
A. 2003: "Le concept de BITD" (in Versailles et alii, 2003)	165
B. REI, 2005, "Defense, organisation industrielle et réseaux de connaissances"	187
C. IAMOT, 2006: "Sector-based vs. National-based explanations of the triptych Government / Industry / Academic research in Defense-related R&D...", co-auteur Valérie Mérindol	201
D. IJTM 2009 (forthcoming), "Dual-use as knowledge oriented policy [...]", co-auteur Valérie Mérindol	215
E. REI, 2005: "Le maître d'oeuvre dans les programmes d'armement..."	235
F. DPE, 2006: "Transatlantic cooperation and R&D management...", co-auteur Valérie Mérindol	257
G. 2003: "Un cheval de Troie : le programme JSF" (in Versailles et alii, 2003)	279
H. 2009 (forthcoming), "The case of industry architectures and co-specialization with the F-35 Lightning II, JSF »	287
5. CURRICULUM VITAE	305
6. TABLE DES MATIÈRES	337

“[T]he main difference between Einstein and an amoeba is that Einstein *consciously seeks for error elimination*. He tries to kill his theories: he is consciously critical of his theories which, for this reason, he tries to *formulate* sharply rather than vaguely. But the amoeba cannot be critical *vis-à-vis* its expectations or hypotheses; it cannot be critical because it cannot *face* its hypotheses: they are part of it.”

Karl POPPER, 1972,
Objective knowledge,
« Conjectural knowledge », pp. 24-25.

“Each organism can be regarded as a hierarchical system of *plastic controls* – as a system of clouds controlled by clouds. The controlled subsystems make trial-and-error movements which are partly suppressed and partly restrained by the controlling system. [E]ach organism is all the time engaged in problem-solving by trial and error; that it reacts to new and old problems by more or less chance-like, or cloud-like, trials which are eliminated if unsuccessful.”

Ibid.,
“Of clouds and clocks”, p. 245.

1. Présentation analytique des travaux de recherche

Mes activités de recherche s'articulent à partir de deux sources distinctes :

- d'une part la théorie de la connaissance et la philosophie des sciences et,
- d'autre part, l'économie de l'innovation et l'analyse des systèmes complexes.

Les travaux cités dans cette présentation, et les activités récentes ou en cours, seront regroupés à la suite de cette présentation selon trois sections :

- méthodologies individualistes et explication en analyse économique,
- information, connaissance, compétences et économie de la Défense,
- organisation industrielle, réseaux de connaissances et économie de la Défense.

Très influencés par les travaux de Carl Menger en économie (1871) et en méthodologie des sciences humaines (1883), par les réflexions de Karl Popper en théorie de la connaissance (1972) et en philosophie des sciences (1963), mes premiers travaux d'économiste ont porté sur des questions d'histoire de la pensée économique.

Après ma soutenance de thèse, j'ai saisi l'opportunité de travailler comme responsable d'une structure de recherche institutionnelle au sein de l'administration centrale du ministère de la Défense puis j'ai conduit la mission de créer un centre de recherche pluridisciplinaire pour le compte de l'armée de l'air.

Ma première mission s'est déroulée au sein de la Direction des affaires financières, qui venait alors de décider la fusion entre l'Observatoire économique de la Défense et le service statistique du ministère de la Défense. L'ancien Observatoire économique de la Défense était chargé de l'expertise sur les politiques publiques relatives à la Défense, en particulier au profit du Conseil économique de la Défense rattaché au ministre. L'OED était à ce titre chargé d'un portefeuille d'études sous-traitées à des équipes de chercheurs sur les thèmes de l'économie de l'innovation ou de l'impact des politiques publiques de Défense. Intégré dans le réseau des services statistiques de ministères structuré par l'INSEE, l'ancien bureau en charge des statistiques portait les missions normales de ce genre de structure autour des bases de données publiques et des questions de secret statistique, même si la Défense n'est pas directement producteur d'enquête publique et de bases de données statistiques. Sa production est relative à des documents de comptabilité nationale ou à des annuaires statistiques sur la Défense. J'ai été chargé de cette réorganisation, qui se caractérisait en particulier par la recherche d'une synergie forte entre les études statistiques, budgétaires et économiques dans le cadre d'un nouveau programme de recherche. Installée dans une logique de réforme structurelle depuis le milieu des années 1990, la Défense se trouvait déjà confrontée à un reformatage de ses missions à la suite de la fin de la Guerre froide. Parmi les premiers budgets de l'Etat pour les investissements, les charges de personnels et de fonctionnement, la Défense doit très régulièrement justifier les impacts économiques de ses décisions. A l'époque, elle communiquait aussi beaucoup sur l'impact économique de ses décisions en matière d'aménagement du territoire et de structuration de la base industrielle et technologique de Défense. Le plan de charge de l'Observatoire économique de la Défense a été alors dicté directement par la prise en compte de ces enjeux. Pendant la période où j'y ai été présent, j'ai travaillé à la fusion des équipes et rationalisé l'administration de la recherche. J'ai poursuivi le développement des outils statistiques utilisés pour les études, redonné de l'élan aux études sous-traitées à des équipes universitaires en élargissant la gamme des partenariats et diversifiant l'activité d'études. J'ai passé la majeure partie de mon affectation à conduire un programme

d'études internes à la Direction des affaires financières sur des sujets qui ne pouvaient pas être externalisés, et traitaient tous d'enjeux budgétaires autour de politiques publiques ou de questions relatives au format de la Défense. Les vecteurs d'information (rapports de recherche et lettres d'information économique) ont aussi été développés et leur diffusion élargie vers les cercles académiques, les réseaux institutionnels étant déjà couverts.

Après quelques mutations parmi les responsables de la Direction des affaires financières, le portefeuille d'études s'est repositionné sur des questions plus financières qu'économiques. L'Armée de l'air qui initiait de nouveaux projets m'a proposé au même moment de prendre la direction et de créer le Centre de recherche de l'armée de l'air. J'ai donc changé alors d'affectation et de statut pour m'atteler à ce nouveau challenge. J'enseignais déjà au niveau de l'Ecole de l'air en parallèle de mes activités au sein de la Direction des affaires financières. Le directeur alors en fonctions, à qui j'avais proposé de poursuivre mes vacances d'enseignement au profit des élèves officiers de l'Armée de l'air, avait d'ailleurs validé et soutenu fortement ce projet. Après la phase de recrutement et la gestion des questions administratives par l'Armée de l'air, j'ai rejoint Salon-de-Provence.

A compter de juin 2002, j'ai travaillé à la création puis dirigé le Centre de recherche de l'Armée de l'air, structure pluridisciplinaire qui comprend en particulier une équipe composée d'économistes et de gestionnaires. J'ai dirigé à la fois l'ensemble de la structure pluridisciplinaire et le laboratoire spécialisé en management de la connaissance et théorie des organisations. J'ai alors contribué directement à la réforme de l'outil de formation des officiers de l'Armée de l'air, participant à la réforme des enseignements et de la gouvernance de cet outil de formation parce que le CReA dépend du général qui commande les Ecoles d'officiers de l'armée de l'air pour sa mission d'enseignement. Chaque cursus d'élèves officiers présente une spécificité pour la formation mais le cursus focalisant l'essentiel de l'attention est associé au recrutement externe d'élèves issus des classes préparatoires aux grandes écoles ; les élèves sont diplômés par l'Ecole de l'air comme ingénieurs en aéronautique et la formation se structure en trois tiers, consacrés respectivement à la formation militaire, aux sciences pour l'ingénieur et, dernier tiers, aux sciences humaines, économiques et sociales. J'ai développé et suivi la formation par la recherche dans ces dernières disciplines, concrétisé la généralisation des mémoires de type « master 2 » dans ces disciplines pour tous les élèves officiers. J'ai introduit la formation en théorie des organisations et en finances publiques, restructuré toutes les formations en analyse économique autour de l'économie publique et de l'économie industrielle. Concernant la mission de recherche, le CReA dépend du général en charge de la R&D (Plans et programmes) au niveau de l'Etat major de l'armée de l'air. J'ai animé les équipes pluridisciplinaires (histoire et sociologie, histoire des sciences et des techniques ; psychologie cognitive et ergonomie ; science économique, sciences de gestion ; traitement du signal et radar ; mécanique des fluides et dynamique du vol) autour des thèmes de recherche retenus par l'Armée de l'air pour positionner le CReA. Partant d'une page blanche en 2002, le bilan du CReA s'élève à près de cent cinquante productions scientifiques de tous ordres à la fin septembre 2008 (moment où je quitte mes fonctions et transmets le CReA à mon successeur), dont plus de quarante articles publiés dans des revues à comité de lecture pour l'ensemble du Centre. Dans le cadre de mes responsabilités au niveau du Centre, j'ai mis en œuvre un programme de recherche réalisé au profit du ministère de la Défense que je préparais avec l'aide des chefs de laboratoire et les

« clients » de l'Etat major de l'armée de l'air ou des autres directions de l'administration centrale (Délégation aux affaires stratégiques par exemple). Cette activité a débouché sur douze études d'ampleurs diverses, qui ont duré le plus souvent douze à dix-huit mois et ont toutes été conduites sur une base pluridisciplinaire. J'en ai dirigé une grande partie, et contribué directement comme chercheur aux projets qui mobilisaient des concepts d'analyse économique (théorie des organisations et finances publiques en particulier). J'ai enfin organisé des séminaires et workshops dans plusieurs de ces domaines, accueillant les chercheurs à Salon de Provence sur le site des Ecoles d'officiers de l'armée de l'air et du Centre de recherche de l'armée de l'air. Dans le cadre de cette activité, j'ai géré les budgets, les matériels, les systèmes d'information, les personnels (dont les recrutements et les questions de contrat), les questions de sécurité (bases de données de recherche ; interviews ; données individuelles au titre de la CNIL ; informatique et réseaux ; protection du secret de la Défense, etc.). J'ai proposé ou suscité des partenariats avec des équipes universitaires ou institutionnelles, partenariats que j'ai fait vivre ensuite au quotidien. Dans le cadre de ces responsabilités, j'ai également installé et animé les organes d'évaluation de la recherche, dans le cadre de la mise en place d'un conseil scientifique présidé par le Vice-chef d'état major de l'Armée de l'air.

En prise directe avec le terrain dans ces deux fonctions, j'ai redécouvert ma discipline. J'ai travaillé sur ces thèmes de recherche sans vraiment parvenir à jeter de passerelles entre eux jusqu'au moment où j'ai été conduit à revenir sur l'articulation entre collectif et individuel à travers la dynamique de construction des compétences. Grâce aux résultats de Max Boisot (1995) et suivant en particulier la voie ouverte par Lawrence Boland (1997 ; 2003), j'ai pu opérer une jonction entre mes travaux de théorie de la connaissance et de théorie économique.

A partir de trois thèmes récurrents relatifs à l'apprentissage individuel et collectif, à la coordination et la systémique des organisations, je voudrais présenter dans cette notice l'état actuel de ma recherche et les perspectives de son développement. Une première partie détaillera l'ancrage méthodologique et épistémologique de ma recherche, pour en détailler en particulier les références subjectivistes. La deuxième section détaillera le problème de la coordination à partir des dimensions traitées dans le cadre de mes recherches spécifiques sur les questions industrielles et de Défense : démarcation entre information et connaissance, dynamique de l'innovation, organisation industrielle en matière de Défense. Cette notice développera dans troisième partie quelques réflexions méthodologiques sur le positionnement d'un économiste impliqué, en civil ou en uniforme, dans la vie de son institution à la fois comme enseignant chercheur et comme cadre. Une quatrième partie détaillera toutes les activités de recherche en cours avant de finir, dans une cinquième et dernière section, par une liste indicative des références bibliographiques marquantes pour ma recherche.

A. Méthodologies individualistes et explication en analyse économique

Les articles et communications présentées à divers colloques de 1993 à 1998 ont, pour la plupart, permis de traiter des aspects de la question centrale de mon travail de thèse de doctorat *Subjectivisme et science économique*, préparée sous la direction de Gérard Bramoullé et soutenue en février 1998. Elle porte sur les thématiques de la coordination et de l'individualisme méthodologique. Je traite ici des éléments relatifs à un point majeur de cette réflexion, qui renvoie au statut méthodologique de l'individu dans l'analyse. Peut-on légitimement fonder des explications strictement individualistes du problème de la coordination ? Quelle place accorder à la densité cognitive de l'individu dans la compréhension des processus économiques ? Quelle est la capacité explicative de la rationalité individuelle ? Dans cette perspective, le travail de thèse trouve son point de départ dans le concept de subjectivisme introduit par les marginalistes de plusieurs façons en 1871. Peut-on être subjectiviste et scientifique en même temps ? Ma réponse à ces questions s'inscrit dans le prolongement des propositions méthodologiques de Carl Menger et de Karl Popper. L'originalité de mes travaux sur ce point se prolonge alors directement dans l'analyse des contenus de l'individualisme méthodologique et du principe de rationalité.

Le rejet du psychologisme et du subjectivisme psychologique

La question de l'individualisme n'est pas traitée seulement par des économistes, et souvent les raisonnements qui la développent usent de la critique externe à travers une approche épistémologique ou une méthodologique spécifique. Le recours à ces matières sert le plus souvent à contraindre l'analyse économique en éludant une part du champ d'investigation par le recours à des arguments exogènes, pris hors du champ de l'économie. Afin d'entrer dans le processus de la critique interne, j'ai traité deux questions préalables :

- la première concerne le statut des analogies conceptuelles entre économie et biologie,
- la seconde, la démarcation entre économie et psychologie.

Des problèmes fondamentaux de l'analyse économique, comme par exemple la dimension psychologique de la notion d'utilité et sa traduction en termes de préférences individuelles ou de besoins, il est vite apparu que l'opposition entre démarches normatives et positives débouche *in fine* sur une analyse de la frontière entre analyse économique et psychologie d'une part, entre analyse économique et biologie évolutionniste d'autre part. La question épistémologique ultime est toujours celle de la réduction au sens technique que ce terme revêt en philosophie des sciences : les lois économiques se réduisent-elles (logiquement) à des lois psychologiques ou à des lois évolutionnistes (au sens de la biologie de l'évolution) ? Dans tous les cas, il demeure intéressant de se poser la question de l'autonomie descriptive et explicative des raisonnements économiques. Il ressort assez vite que l'analogie avec la biologie relève presque totalement du domaine sémantique et qu'elle renvoie, en réalité, à la prise en compte évolutionniste du passage du temps réel (et du rejet de ce que certains auteurs de l'Ecole autrichienne désignent comme le temps « newtonien »).

Le problème majeur provient de la proximité avec la psychologie, parce que celle-ci se donne également comme objet d'explorer l'intérieur de l'homme, ses passions et ses peines. C'est également le but des traditions marquantes de l'analyse économique depuis la révolution marginaliste, et ce n'est pas un hasard si la psychologie se constitue comme matière académique autonome au même moment où se structurent des pans entiers de l'analyse (micro-)économique. C'est la raison pour laquelle la thèse se concentre sur la démarcation entre psychologie et économie, pour montrer que le recours aux théories psychologiques n'est pas inéluctable en économie, alors que des méthodologies comme l'introspection et la référence à des théories comme le behaviorisme constituent le point de départ moderne de la réintroduction de la psychologie en économie. Les parties proprement économiques de l'analyse de la coordination et de la rationalité individuelle se trouvent alors le plus souvent éludées ; plus généralement, c'est le statut de la théorie de la connaissance individuelle qui sous-tend et conditionne le raisonnement économique qui se trouve évincé de l'analyse. Les développements particuliers à l'articulation entre économie et psychologie, les tensions méthodologiques et analytiques entre ces deux disciplines révèlent aussi que leurs relations avec le champ empirique recourent à des voies distinctes, peu faciles à réconcilier. Qu'il s'agisse de psychologie économique ou de neuro-économie, les mêmes questions méthodologiques de fond se posent et répètent les débats qui ont émaillé les dix-huitième et dix-neuvième siècles entre les artisans de la montée en puissance de ces deux disciplines.

Mes travaux n'ont porté que sur les économistes de la révolution marginaliste par rapport à leurs contemporains en psychologie ; ces auteurs ont développé plus particulièrement une analyse de l'originalité des positions des représentants de l'école autrichienne d'économie, entre 1871 et la Seconde guerre mondiale, par rapport aux autres acteurs de la révolution marginaliste. L'originalité de la démarche renvoie à la comparaison entre les méthodologies retenues, au même moment, pour rendre chacune de ces disciplines « scientifiques ». Quand les économistes entrent dans le paradigme de la valeur utilité et de l'utilité marginale, les psychologues se débattent autour de la notion d'introspection. Les deux disciplines tentent de relier des « faits observés » à l'analyse des choix individuels, mais il demeure rétrospectivement évident que Jevons, Edgeworth, Marshall, Menger ou ses successeurs de l'école Autrichienne ont répondu à la question, au moins à cette époque, avec plus de facilité et de puissance d'analyse que les psychologues. Il demeure toutefois singulier, comme je l'explicite autour de certains auteurs de l'école Autrichienne, que l'emprunt à la psychologie en tant que telle ne suit pas les mouvements du progrès scientifique dans cette discipline. Ainsi Hayek, avec ses travaux de psychologie qui conduisent à la publication du *Sensory Order* en 1952, s'inscrit-il dans une certaine tradition de l'histoire de la pensée de la psychologie associée à Wundt et aux concepts inductifs qu'il développe dans les premiers travaux de psychologie expérimentale jamais développés. Le seul problème de Hayek est que cette tradition a déjà bien évolué dans les années 1950, ou même sous la plume de Wundt lui-même entre 1873-1874, date de la première publication de son ouvrage *Physiologische Psychologie*, et la sixième édition en 1908-1911. Sur ces points, l'originalité de ma recherche réside dans l'analyse parallèle entre les problèmes méthodologiques et scientifiques posés par ces questions. Sur le plan scientifique, la psychologie se préoccupe des mêmes comportements qui focalisent l'attention de l'économiste. Toute la question renvoie en réalité à la méthode qui servira de

cadre à l'analyse de chacun des chercheurs, et c'est ici un point commun entre les deux disciplines qui explique pourquoi leur parallèle représente un fil rouge de ces travaux.

Les philosophes des sciences utilisent le terme « psychologisme » pour recouvrir un ensemble de confusions et d'amalgames au niveau épistémologique ou métaphysique qui renvoient à l'utilisation de méthodes psychologiques dans la recherche scientifique et la philosophie. Notturmo (1985) explique de façon convaincante que les fondements du psychologisme ne renvoient pas à un engagement en faveur de l'introspection, mais résident en réalité dans une revendication méthodologique où l'état d'esprit de l'observateur se rend à une forme d'historisme descriptif. Cette position serait même, jusqu'à un certain point, un critère de la scientificité. On retrouve bien ici le parallèle entre les deux disciplines et toute la volonté de ne pas juger du contenu du comportement mais seulement de ses principes. Au niveau des psychologues, alors, le psychologisme confine à une position relativiste où les notions de bien et de mal n'existent plus dans le comportement de l'être humain qui sert d'objet à l'étude. La référence à l'introspection peut donc n'être qu'incidente. Dans la terminologie des trois Mondes de Popper, qui est par ailleurs discutable en épistémologie, le Monde-1 renvoie aux faits bruts de la réalité ; le Monde-2 aux représentations mentales de humains sur les faits du Monde-1 ; le Monde-3 aux théories et aux constructions scientifiques. Par rapport à cette typologie que je reprends ici pour la commodité de l'exposition, le psychologisme limiterait le subjectivisme de l'économie et la psychologie au Monde-2. Les auteurs comme Carl Menger et Karl Popper font en revanche du subjectivisme un objet du Monde-3. L'argumentation en faveur de cette position épistémologique fait du subjectivisme un critère général d'explication et de modélisation, mais ne le limite en aucun cas à un objet du Monde-2 ou à un jugement sur le comportement de l'individu dans le Monde-1. La thèse de doctorat est élaborée sur cette base. J'y argue à travers les développements sur la logique situationnelle combien il devient alors possible de tirer bénéfice de cette cohérence analytique pour entrer dans les questions de théorie des organisations et dans les mécanismes collectifs qui émergent de l'interaction des individus. En d'autres mots, comment peut s'élaborer le lien entre des questions de connaissance individuelle (au sens du résultat d'un *raisonnement* individuel cohérent [*purposeful*]) pour traiter au niveau des groupes et des organisations des résultats (non intentionnels, explique Hayek) des choix individuels.

Pour spécifier plus loin le noyau dur de ma recherche, il convient alors de préciser plus loin les points d'ancrage de la théorie de la connaissance à laquelle je fais référence. Les psychologues ont retenu aujourd'hui une méthodologie qui leur permet de mobiliser la théorie de la connaissance individuelle par une liaison entre le Monde-1 et le Monde-2 qui est fondée sur l'introspection. Cette théorie est souvent reprise dans les travaux de psychologie économique ou en neuro-économie en considérant que son niveau de scientificité et son statut nomologique sont confirmés. Cette position est critiquable, car le degré de généralité que recherchent les psychologues pour formuler les lois ne se situe pas au niveau que les fondateurs du marginalisme souhaitent introduire dans la théorie économique, fondant ici le noyau dur homogène de leur apport commun. A ce stade, tous les psychologues ne visent pas le même objectif théorique et il conviendrait de spécifier au moins la différence entre la psychologie cognitive, par exemple, et la psychologie clinique. Cette dernière développe un accompagnement de l'individu dans son propre Monde-2. La première, sur la base d'une méthode expérimentale et à la frontière avec les problèmes de

la (neuro-) physiologie, investit des questions proches de celles que l'économie développe avec les questionnements de théorie des choix (rationnels) dans la construction de l'expertise ou de la compétence, de la décision dans l'incertitude ou de préférences individuelles qui sont devenus usuels en microéconomie. Dans les sous-ensembles de la psychologie et de l'analyse économique, on retrouve alors comme objets distincts les investigations sur les conduites de l'individu isolé face à ses singularités (choix, préférences, etc.) et les recherches sur les passages au niveau supra-individuel ou organisationnel. Parmi mes préoccupations centrales figure la recherche d'une cohérence entre, d'une part, les références méthodologiques et épistémologiques qui permettent d'élaborer la théorie de la connaissance individuelle et, d'autre part, les arguments qui concourent à l'analyse du niveau supra-individuel au niveau des organisations. C'est probablement là une originalité majeure de ma recherche qui se situe dans les questions de méthodologie à la frontière entre individuel et collectif, et que l'on va retrouver dans mes travaux ultérieurs sur les problèmes de théorie industrielle et dans toutes les applications aux organisations de la Défense ou de l'aéronautique.

Dans tous mes travaux, et déjà dans la thèse de doctorat, la référence aux travaux de Karl Popper, de Joseph Agassi et Larry Boland revient régulièrement pour accorder une grande attention aux questions de méthodologie et de philosophie des sciences. C'est d'ailleurs ici le sens du sous-titre de la thèse. Les textes de Boland représentent l'exemple d'une méthodologie qui se préoccupe des problèmes de l'économiste et qui tend à ne servir que l'analyse économique, alors que le plus souvent les références méthodologiques ou pluridisciplinaires servent à justifier (*begründen*) le recours à un *mainstream* concurrent totalement extérieur aux problèmes que doit résoudre l'économiste. L'adhésion consciente à une méthodologie précise et la jonction avec des résultats scientifiques qui sont cohérents avec elle imposent des contraintes ; sur la base des emprunts pluridisciplinaires, elles permettent au raisonnement des libertés qui ne peuvent varier avec les vicissitudes de la problématique économique traitée. Un des traits d'union de mes travaux, qui se trouve déjà illustré dans la thèse, revient toujours à envisager l'épistémologie et la méthodologie comme des références permettant de travailler sur la cohérence logique interne et externe du processus de recherche. Dans la même perspective, la référence pluridisciplinaire est mise au service de la critique externe. Ce n'est jamais une façon de subordonner le problème économique à la discussion méthodologique mais, au contraire, une façon de renforcer la portée des conclusions en analyse économique en mettant à plat toutes ses composantes.

Les différents articles présentés dans des colloques entre 1996 et la soutenance de la thèse de doctorat ont presque tous permis d'élaborer les chapitres de cette thèse. Certains travaux sur Carl Menger et Friedrich Hayek publiés ensuite en reprennent les conclusions et la prolongent. Consacrés à des thèmes de l'histoire de la pensée de l'école autrichienne, ils reviennent tous sur les déterminants de la rationalité individuelle et sur le statut du principe de rationalité au sein de la théorie économique. J'explique certains positionnements des auteurs et les nuance par rapport à la théorie de la connaissance individuelle ou aux explications procurées pour la notion de coordination. Délimitant les contours de ce qui relève de l'emprunt sémantique aux psychologues et de ce qui représente une véritable convergence analytique, la thèse développe alors que l'économie se fonde le plus souvent sur un *ratio cognoscendi* (un objet du Monde-3) alors que la psychologie investit les

diverses réalités empiriques du *ratio essendi* (des objets du Monde-1 ou du Monde-2). Cette dernière référence se retrouvera bien plus tard dans l'histoire de la pensée économique avec les travaux de Kahneman, Tversky *et alii* qui cherchent, en particulier, à dépasser certains paradoxes qui n'ont jamais remis en cause la rationalité en tant que principe explicatif mais se heurtent à des difficultés pour relier le Monde-1 et le Monde-2 (au sens de Popper). Les mêmes nuances se retrouvent avec la neuro-économie.

Sur deux plans, la thèse positionne mon programme de recherche dans la tradition popperienne : en méthodologie et en théorie de la connaissance. Le rejet de l'introspection représente à la fois une référence méthodologique (la démarche du chercheur qui développe un protocole de recherche scientifique) et scientifique par la modélisation de la théorie de la connaissance individuelle (l'accès à la réalité des besoins et de l'utilité dans la vie réelle de l'individu), ce qui pose à deux niveaux distincts le problème épistémologique de l'induction. La thèse argumente que raisonner à partir d'une théorie anti-inductive en méthodologie et en théorie de la connaissance permet de constituer des lois universelles en économie sans sombrer dans les déterminants singuliers de la vie empirique (*ratio essendi*, un objet du Monde-1). Ce qui importe du point de vue de la [ma] recherche scientifique n'est pas tant le détail des références du choix individuel mais le fait que de telles références existent. Peu ou prou, tous les chercheurs peuvent reconstruire des programmes de décision pour les individus qui sont l'objet de leur étude avec des niveaux de granularité et de finesse variés. Le chercheur, l'économiste en particulier, pourra toujours classer ces éléments en reconstituant des typologies particulières (coûts d'information, coûts de transaction, adhésion au groupe, etc.) qui respectent le libre choix de l'individu dans le Monde-1 mais n'affectent pas l'analyse au niveau des principes. Comme Boland et Popper le développent, le principe de rationalité devient alors une loi d'animation des modèles qui se trouve consubstantielle de la notion de choix, pour ne pas dire de la vie elle-même. Comme théorie d'animation des modèles économiques, le subjectivisme (ou encore le principe de maximisation, ou le principe de rationalité) devient donc un élément indispensable de l'analyse économique, mais sans faire référence au contenu subjectif du choix.

Théories de la cognition individuelle et explication de la coordination

Ce travail est poursuivi à travers l'analyse des écrits de Carl Menger, Friedrich Hayek et Karl Popper sur la nature de la connaissance économique. Il a conduit à des publications sur la comparaison entre les travaux de Hayek et Popper qui sont associées aux manifestations organisées en 1999 autour du centième anniversaire de la naissance de Hayek, puis à la finalisation d'un article spécifique sur la comparaison des deux éditions des *Grundsätze* de Carl Menger et sur le rôle de Karl Menger dans la publication de la seconde édition de l'ouvrage de son père. Les fondateurs du néo-classicisme en 1871 affirment, comme leurs prédécesseurs classiques, la vocation de l'analyse à s'abstraire du particulier pour procurer des lois universelles et générales. La thèse de doctorat était illustrée par des questions de microéconomie qui représentent les concepts fondamentaux de la théorie microéconomie moderne. Ainsi du raisonnement sur l'utilité marginale, sur le sens respectif du terme marginal chez Menger et chez Walras, ou de l'interprétation de la

cardinalité et de l'ordinalité de l'utilité chez les fondateurs de la théorie de l'utilité marginale. Un article spécifique [2006, CEP] a permis de détailler ces éléments au niveau de la théorie de Carl Menger. Il est d'ailleurs significatif que ce soit sur cette question technique du degré d'universalité atteint par la psychologie qui repose la différence majeure entre les deux versions des *Grundsätze* de Carl Menger, de 1871 à 1823 : alors même qu'un nouveau chapitre sur les besoins a été introduit en 1923, que la notion d'utilité s'y déplace pour intégrer une complexité empirique plus grande, la version proposée en 1871 est associée à un statut nomologique plus fort parce qu'elle limite le concept de rationalité à un principe de rationalité (*ratio cognoscendi*). Son degré de généralité est plus grand.

Ce programme de recherche en économie peut être abordé à travers la comparaison des théories de la connaissance individuelle auxquelles Karl Popper et Friedrich Hayek font référence au cours de leurs œuvres : en apparence, ces deux auteurs se rattachent à la même mouvance intellectuelle puisqu'ils accordent une référence privilégiée à des périodes identiques de l'histoire de la pensée en psychologie et qu'ils situent la théorie de la connaissance au même niveau stratégique au sein de leur démarche théorique. Pour autant, les positions sont plus subtiles. Le constat de travaux convergents, bien que conduits de façon autonome, m'a amené à la rédaction d'articles en commun avec Christian Schmidt [1999 et 2000], et à participer avec lui à des colloques (par exemple à Cerisy-la-Salle en août 1999). Il ressort de nos travaux que, partant d'un problème d'analyse économique, Hayek se détache progressivement de son problème initial centré sur les questions de l'incertitude et de la prévision en économie pour développer une théorie de la rationalité individuelle qui n'emprunte à la psychologie que pour exogénéiser le problème de la coordination. Karl Popper emprunte précisément le chemin inverse : il développe une théorie de la connaissance individuelle qui accapare les résultats obtenus par les économistes sur le traitement de l'incertitude et endogénéise alors l'analyse de la coordination à travers l'analyse (économique) des institutions dans le cadre du rationalisme (pan-) critique. Sans l'avoir lu, Popper retrouve alors la démarche et les résultats de Carl Menger en économie.

Hayek finit en revanche dans une impasse où la prise en compte de la psychologie individuelle l'oblige à perdre de vue le caractère général des conclusions procurées par la science économique sur le problème de la coordination des actions. Il a délaissé au fil du temps des matériaux et des intuitions importantes sur la dimension cognitive de la connaissance économique qui ne sont pas sans évoquer les questions épistémologiques soulevées, aujourd'hui, par la théorie des jeux sur les notions d'équilibre ou de solution. Hayek les a lui-même affadiées dans le cadre de son analyse institutionnaliste et évolutionniste. C'est avec Hayek une situation particulière où les arguments en faveur de l'individualisme se perdent dans une forme de référence à l'auto-organisation qui vient préempter le raisonnement sous une forme holiste parce que les concepts d'ordre spontané et d'évolution (concepts jumeaux pour Hayek) font du rapport entre structure et évolution tout à la fois l'explication du comportement individuel et de l'existence des règles sociales. Le pont que propose Hayek entre individus et institutions n'est pas satisfaisant : au mieux, Hayek se limite à constater quelques traits distinctifs sans regarder *derrière* le miroir (pour paraphraser le titre de Konrad Lorenz). Qui veut défendre Hayek pourra certes argumenter que son apport sur le sujet est conditionnée par ses textes de *Sensory order*, mais la

discussion de ce point déplacerait immédiatement le problème vers les références de psychologie qui requièrent alors une analyse critique autonome : fondamentalement Hayek développe, en psychologie cognitive, une vision mécaniste du cerveau. A la suite de Wundt, il était persuadé que la psychologie expérimentale ne peut s'employer que pour les processus basiques de l'esprit humain et qu'elle n'est pas pertinente pour les processus mentaux d'ordre plus élevés, qui ne sont approchables que par une psychologie de groupe. Hayek pense alors l'expérimentation totalement impuissante pour rendre compte des processus conscients complexes, ce qui justifie le rôle de l'induction et de l'introspection dont le *Sensory order* se trouve imprégné. Tout en soulignant que l'entreprise n'est pas simple pour un auteur qui assimile volontiers les processus d'apprentissage à des formes d'imitation, mon article de 1999 expose que la position de Hayek peut alors être dépassée en réintroduisant la dimension cognitive individuelle dans l'évolutionnisme culturel qui décrit les institutions, en d'autres termes en expliquant le bouclage auto-organisationnel par des arguments individualistes. Si la « connaissance » individuelle représente au sens le plus large ses capacités à raisonner de façon autonome et subjective (*problem solving competency*), alors les mêmes outils analytiques doivent permettre de concilier la description des agents économiques lorsqu'ils agissent de façon isolée et lorsqu'ils agissent au sein d'un groupe. Il reste donc à trouver une théorie qui permette de rendre compte, en même temps et de façon totalement endogène, du comportement individuel et de la coordination. Sugden (1988-1989) avait déjà montré que Hayek commet l'erreur analytique d'expliquer la survie des règles mais jamais de façon directe des individus qui les adoptent puis les suivent. Au passage, mon article de 1999 démontre que la mise en perspective épistémologique de l'œuvre de Hayek permet de montrer que la question de l'évolution est une hypothèse auxiliaire, autonome de la théorie sociale. Elle se fait jour en particulier si l'on accepte de ne pas amalgamer les critiques méthodologiques et épistémologiques de son individualisme (par exemple Petroni 1991) de celles qui l'examinent dans le cadre de son évolutionnisme (par exemple Petroni 1992).

Articles cités :

- VERSAILLES, David W., 2006, « Subjectivisme économique, figures du besoin et de l'utilité marginale à travers les éditions des *Grundsätze* (1871-1923) de Carl Menger », *Cahiers d'économie politique*, n°51, décembre, pp. 91-108.
- SCHMIDT, Christian, et David W VERSAILLES, 2000, « Friedrich Hayek vs. Karl Popper : Éléments pour un débat sur la connaissance économique », *Revue de philosophie économique*, vol°1 n°2, pp. 111-139.
- VERSAILLES, David W., 1999, « La place de l'individualisme dans la théorie hayekienne de l'auto-organisation », *Cahiers d'économie politique*, n°35, automne 1999, pp. 63-88.
- SCHMIDT, Christian, et David W VERSAILLES, « Une théorie hayekienne de la connaissance économique ? », *Revue d'économie politique*, vol°109, n°6, nov-déc 1999, pp. 817-832.

Le problème de l'individualisme méthodologique

La raison méthodologique de mon adhésion à l'épistémologie de Karl Popper se trouve dans le rejet de toute forme de justificationnisme (*Begründungsphilosophie*). Cette prise de position méthodologique consiste à récuser toute forme d'adhésion au « trilemme¹ de Fries », qui expose que le raisonnement scientifique ne peut que s'abîmer dans une régression à l'infini, un apriorisme (ou dogmatisme) ou un psychologisme. Aucune de ces voies ne permet de trancher sur le fond la question de la scientificité parce que chacune aboutit à une forme de relativisme. La logique de la recherche scientifique développée par Popper permet justement d'échapper au piège de la régression à l'infini parce qu'elle fait référence à une démarche critique généralisée et se range à une méthodologie de la recherche fondée sur la réfutation des énoncés falsifiés dans le processus d'essais et d'erreurs. Mon travail en méthodologie et en épistémologie sur les travaux de Karl Popper, la proximité et l'influence de Gerard Radnitzky ne sont pas étrangers à mon recours à la méthodologie popperienne pour conduire des analyses économiques. L'adhésion aux conclusions de Popper n'est pourtant pas inconditionnelle : elle procède d'une analyse épistémologique construite autour de mon rejet des conséquences méthodologiques des positions de Kuhn et de Feyerabend d'une part, et de la volonté, d'autre part, de m'abstraire du piège relativiste où l'économie, comme les autres sciences sociales, se trouverait confinée dans les branches du « trilemme ». Dans tous mes travaux comme dans ma thèse de doctorat, la référence aux écrits de Larry Boland revient comme un leitmotiv. Boland est lui-même un élève de Popper et Agassi. Ses deux ouvrages les plus récents, *Critical economic methodology* (Routledge, 1997) et la seconde édition (révisée) de ses *Foundations of economic method* (Routledge 2003) donnent l'exemple d'une méthodologie qui se préoccupe des problèmes de l'économiste et qui tend à ne servir que l'analyse économique. Sous cet angle, les travaux de Boland contrastent avec bien des productions *ad hoc* de méthodologie « pour l'économiste » qui se limitent trop souvent à « justifier » un *mainstream* concurrent du néoclassicisme.

Un exemple direct de cette démarche se trouve dans la façon de traiter l'individualisme méthodologique. En première analyse, l'individualisme renvoie à la transposition dans la pratique de la recherche scientifique du caractère (ontologiquement) irréductible de la nature individuelle. La méthode sociologique développée dans la sociologie compréhensive de Max Weber explique que les phénomènes sociaux sont seulement expliqués sur la base des actions individuelles. Cette lecture se trouve radicalisée dans la pensée de certains auteurs de l'école Autrichienne qui le transforment en un argument de nature essentialiste ou ontologique, comme par exemple Mises, mais ce n'est pas le cas chez Carl Menger pour qui la question doit être nuancée à travers la problématique du statut des lois scientifiques, dont la typologie couvre des lois exactes et des lois empirico-réalistes pour les sciences théoriques, à côté des sciences historiques ou des sciences pratiques. L'analyse économique coexiste sous des formes diverses et se subdivise dans chacune des catégories de Carl Menger. De façon très nuancée, le fondateur de l'école Autrichienne énonce alors que la collectivité est une entité théorique distincte des individus qui la composent, que ces deux niveaux d'analyse interagissent, et que l'objet de la science

¹ Aussi désigné « problème de la base empirique » dans l'épistémologie contemporaine. Plus précisément, c'est un dilemme qui engendre à son tour un dilemme, dans une forme de régression à l'infini.

économique se trouve toujours dans les actions des individus. C'est à ce seul niveau que la notion de « besoin » prend sens, car la collectivité en tant que telle ne peut pas exprimer ce genre de concept théorique. Mes travaux illustrent combien cette position est intéressante car elle permet de revenir dans la notion méthodologique de l'individualisme, quand les autres positions des Autrichiens (Mises ou Hayek par exemple) remontent à des niveaux plus ontologiques. Sans rejeter cette position, une originalité de mon travail consiste à bien scinder les deux niveaux de l'analyse de l'individualisme pour son impact sur la recherche économique. Allant plus loin dans la démarche, je recherche de façon délibérée un ancrage dans l'individualisme au niveau de la méthode et non pas au niveau de l'ontologie. A la différence d'un Carl Menger ou d'un Hayek qui revendiquent ce niveau pour des raisons spécifiques de nature métaphysique (c'est ici probablement la seule explication tangible du côté aristotélicien de Menger), ce dernier aspect ne m'intéresse dans ma réflexion que pour la cohérence globale du cadre d'analyse épistémologique qui permet l'explication des organisations ou des comportements. Du point de vue de la pratique de la recherche, en revanche, je préfère me positionner dans une démarche d'économiste qui se situe explicitement dans le niveau de la méthode, à la suite du Carl Menger des *Untersuchungen* et de la première édition des *Grundsätze* ou, aujourd'hui, de Lawrence Boland. Je ne suis pas à l'aise avec les contraintes de nature métaphysique et ontologique qui régulent de façon externe les développements d'analyse économique (par exemple chez certains auteurs de l'école Autrichienne). J'ai développé dans certains de mes articles l'argument que Menger économiste adhère à l'individualisme pour des raisons de méthode ; ce sont celles-là que je retiens pour ma recherche parce qu'elles permettent d'entrer réellement dans l'analyse de la dynamique des organisations et des comportements.

Il convient d'aller plus loin dans la question de la référence à l'individualisme. Il est devenu usuel aujourd'hui de critiquer les positions « traditionnelles » pour entrer dans la référence à des individualismes complexes ou un interactionnisme. Cette démarche insiste en réalité sur une forme de rejet des aspects ontologiques pour que la théorie puisse entrer dans les questions de structures, de système, d'interaction sociale ou de complexité des actions. Certaines démarches en sciences de gestion (par exemple Rojot 2005) tentent même d'en faire une forme d'originalité de cette discipline par rapport à l'analyse économique qui serait concurrente pour traiter des questions de théorie des organisations. Au-delà du débat qui fait de ce débat une question liée à l'académisme franco-français bien plus qu'une vraie problématique de recherche, le point développé renvoie explicitement au rejet d'une forme d'individualisme ontologique pour mieux s'attacher à ses composants en matière de méthode. Ici, il convient d'insister sur le fait que l'individualisme méthodologique n'élude jamais l'autonomie du niveau agrégé, social ou « sociétal ». En réalité, c'est même le point majeur de cette méthodologie. Du point de vue de la pratique de la recherche, deux corollaires apparaissent à ce stade. Le premier pose une question épistémologique ancienne et récurrente des sciences humaines : la liaison entre individu et groupe renvoie-t-elle à une forme de réductionnisme qui affirmerait que tout phénomène social (processus, structure, institution, habitus) devrait être expliqué par les actions et propriétés des individus qui en font partie ? Si c'est le cas, les effets émergents au niveau du groupe ne sont pas négligés en tant que tels, ils doivent en revanche toujours être explicables sur la base des raisonnements et des comportements des individus qui composent le groupe. A proprement parler, ce problème n'est pas tant celui de l'individualisme *méthodologique* que celui du statut de l'hypothèse réductionniste du point

de vue épistémologique. Le second problème, d'ordre méthodologique à proprement parler, relève de la logique de la causalité que le chercheur recherche entre les divers concepts. A ce stade, parler d'individualisme « complexe » ou d'« interactionnisme » permet de souligner que complexité et interaction détiennent une forme de primauté dans l'analyse du phénomène, et que les éléments d'explication strictement associés au niveau individuel doivent passer par leur intermédiaire pour acquérir un statut causal dans l'analyse.

In fine, je retiens que des agrégats ne peuvent pas agir causalement sur d'autres agrégats. Seules des « entités » dotées d'un pouvoir de décision ou d'une capacité d'action peuvent agir causalement sur d'autres « entités ». Par simplification, parfois, certains agrégats qui regroupent ces « entités » peuvent être présentés comme l'agrégation des convergences des « entités » qu'ils représentent, mais il convient de ne pas oublier que la relation de causalité doit être mise en cohérence avec la base empirique qu'elle est supposée représenter. Du point de vue méthodologique strict, l'individualisme exprime alors l'idée que toute explication causale reposant sur des groupes, des organisations ou des agrégats repose en réalité sur les relations entre les individus qui composent ces groupes, organisations ou agrégats, à travers une série d'interactions et de rétroactions permanentes entre les individus et les groupes / organisations / agrégats. On constate ici la limite de l'enseignement de l'individualisme méthodologique sur la base d'une définition *a contrario*, par démarcation avec le holisme méthodologique. Il demeure toutefois que les propositions qui caractérisent les concepts d'individu et de groupe ne s'excluent jamais mutuellement sur le fond (*cf* Agassi 1973, in O'Neill (ed.) 1973) parce que l'objet de l'analyse est le comportement d'un individu au sein d'un groupe, dans le contexte d'une interaction avec d'autres individus dans un cadre social constitué. Comment le traduire au niveau de la théorie des organisations ? Toute la richesse des analyses en termes de coûts y contribue : coûts de transaction, d'information, d'adhésion, d'opportunité. L'analyse des réseaux répond ici de façon très explicite aux analyses de la décision des individus d'entrer dans des formes d'interactions plus ou moins denses, dans des niveaux d'engagement plus ou moins forts, et d'apprécier des retours sur cet investissement. Évidemment, les effets émergents sont présents comme une conséquence de cette interaction. Les liens forts et les liens faibles qui prévalent alors entre les individus au sein des réseaux et des interactions représentent alors à la fois la conséquence d'une démarche volontaire de la part de certains individus en leur sein, et le résultat non anticipé des interactions entre les actions humaines particulières. Le réseau devient alors le réceptacle d'une forme de connaissance sociale (Boland, 2003 : 279-84) ou le point de départ d'un phénomène d'institutionnalisation (Agassi, 1975). Au passage, c'est la stratégie de chaque acteur qui est mise en lumière, et leur confrontation permet d'élucider la dynamique de l'interaction et, partant, l'entropie du groupe. Les organisations que j'étudie de façon plus particulière, autour des programmes d'armement ou des organisations de Défense par exemple, permettent de travailler ici sur des cas concrets.

Cette forme d'individualisme insiste sur l'importance des interactions entre les individus. Elle ne veut pas ignorer les *patterns* qui régissent les relations inter-individuelles, que les représentants de l'Ecole autrichienne d'économie désignent depuis Carl Menger comme des institutions et que les successeurs de Popper (comme Watkins ou Agassi) vont associer à la construction de modèles situationnels. Cette forme d'investigation souligne aussi

l'importance d'ancrer l'analyse dans une dynamique qui fait référence à l'apprentissage et au passage du temps (réel). Agassi (1975) insiste d'ailleurs de façon lourde sur le fait que cette forme d'individualisme ne renvoie pas à la catégorie « ontologique » de l'explication, mais au *mode d'explication* retenu par le chercheur. Sur ce thème de nombreux problèmes de philosophie des sciences demeurent totalement ouverts. En réalité, l'analyse de la logique des situations telle que l'exprime le principe de Popper-Agassi et leurs successeurs (dont Watkins) l'ont développée manifeste un comportement de logicien et ne porte pas la marque de l'élaboration d'une méthodologie particulière. A propos de Popper, Robert Nadeau parle même d'une logique « appliquée ». Elle permet, de façon très pragmatique, de souligner les principes génériques qui conduisent à souligner l'existence des interactions qui suffisent à certains, sur cette seule base, à constituer ce qu'ils désignent comme la complexité de l'individualisme méthodologique (par exemple in Rojot 2005).

Il est difficile de conclure une telle section, qui propose à la fois les résultats d'une recherche en épistémologie et une exposition des références méthodologiques de mon programme de recherche. J'ai eu l'occasion de développer ces arguments dans la thèse de doctorat puis dans plusieurs recensions (ouvrages de Larry Boland ; voir aussi mes recensions des ouvrages dirigés par Gérard Radnitzky ou encore par Richard Arena et Agnès Festré). D'une certaine façon, les investigations concrètes que je mène sur les organisations de Défense en relation avec les thèmes de la coordination, de l'organisation industrielle et de la dynamique des réseaux d'innovation, ou encore la prospective sur les compétences, servent à tester toujours et encore les théories de la famille individualiste méthodologique dans laquelle je me situe de façon consciente.

Articles cités :

- VERSAILLES, David W, (2008), « Knowledge, beliefs and economics », **sous presse**, à paraître dans *Economica*, recension de l'ouvrage dirigé par Richard ARENA and Agnès FESTRÉ, *Knowledge, beliefs and economics*, London : Edward Elgar, (octobre 2006).
- VERSAILLES, David W, 1998, « De la méthode critique en méthodologie », *Journal des économistes et des études humaines*, VIII, 1, mars 1998, pp. 155-62 ; recension de l'ouvrage de Lawrence A BOLAND, *Critical Economic Methodology, A personal Odyssey*, London : Routledge, (février 1997).

B. Articulation individuel / collectif en théorie des organisations

Information, connaissance, réseaux et coordination

Même s'il ne relie pas explicitement ses raisonnements aux développements repris plus hauts autour de l'individualisme méthodologique, Dibiaggio insiste explicitement (1999 : 17 ; 133) sur le lien permanent entre connaissance et interaction : un principe de non-séparabilité entre l'individu et le collectif structure les activités comportementales et cognitives des individus dans un processus réflexif. Les acteurs font alors référence à des *patterns* de coordination qui sont appréciés de façon individuelle (le subjectivisme du Monde-1) et que le chercheur apprécie comme des situations types (Monde-3). Individus et chercheur font alors référence aux expériences communes des agents qui sont matérialisées par la somme des activités (au niveau de l'individu et du groupe) et des réalisations antérieures. Dans le même temps, le niveau fonctionnel des connaissances est ordonné par rapport à une forme d'efficacité ou, plus précisément, de *purposefulness* : l'adéquation entre un problème qui doit être traité, dans le cadre d'une interaction, et des ressources précises, y compris au niveau des compétences et des connaissances détenues par les individus et par le(s) groupe(s). De façon typique, la capitalisation des connaissances au niveau du groupe peut exister dans une forme de mémoire collective, mais elle ne peut pas faire sens et prouver son efficacité hors des cerveaux et des actions des individus, dans le groupe. Les deux références à l'apprentissage et aux phénomènes de réseau se conjuguent alors pour permettre l'émergence des solutions à travers l'interaction, faisant ici de l'interaction le résultat du processus de création de connaissances et, en même temps, son point de départ. Cette démarche représente la traduction directe de l'individualisme « interactionniste » ou « complexe » de la méthodologie vers la pratique de la recherche.

Le point d'ancrage majeur de l'articulation se trouve dans la démarcation entre information et connaissance, clivage qui n'est pas original compte tenu des développements précédents mais qui présente tout de même un fort pouvoir explicatif dans le contexte de cette recherche. L'information est la donnée brute qui est convoyée dans les réseaux d'échange entre les acteurs ; la connaissance représente le résultat d'un processus cognitif, daté et spatialisé. Plusieurs communications à des colloques scientifiques et institutionnels ont permis de développer les différences entre asymétries d'informations et asymétries de connaissances entre les acteurs. Elles se traduisent de façons distinctes et variées.

Dans le contexte des réseaux de Défense, l'introduction des nouvelles technologies de l'information et de la communication impose de leur associer de nouvelles méthodes de travail permettant de gérer le temps réel et le tempo des opérations. La répartition des prérogatives et la subsidiarité entre les responsabilités conduit alors à séparer les questions qui portent sur l'opérationnel en charge des opérations (front office) et les contributeurs de la chaîne de commandement qui représentent leur back office (activités de soutien) ou leur donneur d'ordre (échelons stratégiques de commandement). Ces travaux sont développés conjointement avec Valérie Mérindol dans le cadre des études commandées par la Délégation aux affaires stratégiques du ministère de la Défense (qui représente le point de départ à l'ouvrage à paraître en 2009 chez Economica), aux contributions aux travaux du réseau '*Command and control research program*' (CCRP) du *Department of Defense*

américain (qui a ensuite débouché sur la publication dans *Defense studies* en 2007) et enfin d'une partie des études commandées par l'Armée de l'air sur la prospective autour des compétences clés à horizon 2015. Dans les trois cas, l'introduction d'une nouvelle technologie centrée sur les réseaux de données à gros débit et sur un partage d'information plus important pose un problème de coordination qui remet en cause les schémas établis pour le partage des responsabilités au sein de l'organisation. Dans les trois cas, le premier « réflexe » d'analyse conduit à focaliser l'attention sur les échanges d'informations. En réalité, les enjeux sont bien plus forts au niveau des échanges de connaissances, car alors la répartition des tâches de traitement de l'information vient tout à la fois simplifier et compliquer le problème. Le simplifier car leur traitement préalable rend possible de transmettre moins de flux dans les réseaux en procurant en temps réel à l'opérateur ce qui lui sera utile pour mener à bien sa mission ; les compliquer parce qu'il faut aussi gérer le traitement de l'information de façon adaptée au besoin concret de celui qui gère la mission. A l'échelle de la bataille navale, terrestre ou aérienne, le contexte de gestion du temps n'est pas tout à fait aussi simple que dans la vie des entreprises. Les engagements opérationnels sont parfois très brefs (quelques dizaines de secondes pour les opérations aériennes de haute intensité). Par les enjeux opérationnels (préservation des capacités, attrition des personnels), les conséquences d'une erreur ne sont pas non plus tout à fait identiques.

Les questions de partage d'information ouvrent la voie à des questions de répartition des prérogatives et de subsidiarité. Ces travaux concernent alors des problèmes de transfert et de codification des connaissances. Ces travaux se prolongent également par des contributions spécifiques en théorie de la connaissance, à la frontière avec la psychologie cognitive. Les références à la théorie popperienne de la connaissance (par exemple 1972, et plus particulièrement son chapitre 6 intitulé « *Of clouds and clocks* ») et aux travaux récents de Max Boisot conduisent à aller plus loin sur des questions de partage de situations tactiques. Les concepts de « *shared awareness* » et de « *situation awareness* » sont utilisés depuis plusieurs décennies pour travailler sur les comportements des personnels qui doivent se coordonner dans un environnement contraint. Le plus souvent, ces éléments portaient sur des partages d'information, la coordination étant supposée acquise à la suite de formation théorique et d'entraînement répété (le *drill* des militaires). En réalité, que des individus soient « *aware* » de la même situation suppose l'aboutissement d'un processus de co-évolution entre les interfaces hommes-machines (y compris l'ergonomie et le software), la formation, l'entraînement et la réalité des missions. Dans une démarche tout à fait conforme avec les éléments associés à l'individualisme méthodologique et à la logique situationnelles présentés plus haut, les travaux actuels portent sur des mécanismes de connaissance. L'analyse débouche alors sur le concept de « *shared situation awareness* » qui traite explicitement de partage de connaissance(s), avec deux problématiques bien particulières. La première est associée à la diffusion « juste à temps » dans le réseau des analyses pertinentes pour gérer la mission ; la seconde est directement reliée à la dépendance au sentier du processus de création de connaissances (*sticky knowledge*) qui conduit à converger par des contributions à la même mission à partir de processus de création de connaissances qui ne sont pas soumis aux mêmes contraintes d'environnement, aux mêmes risques, aux mêmes tempos, aux mêmes stress. D'une certaine façon, les réseaux se doivent maintenant de connecter des cerveaux qui travaillent ensemble alors qu'auparavant ils interfaçaient des bases de données et des bibliothèques de références. Cette façon de poser la problématique de la coordination n'est

pas réellement nouvelle du point de vue des principes cognitifs de base. Ce qui se trouve fondamentalement nouveau réside dans la volonté d'élaborer ce genre de raisonnement pour entrer dans le vif de missions en temps réel. Ces éléments là ont été développés pour les communications aux colloques *Battlespace information 2008* et *CCRP 2008*. Ils sont également mobilisés pour contribuer aux articles sur les compétences collectives en préparation avec Max Boisot, Catherine Thomas, Evelyne Rouby et Valérie Mérindol.

Publications citées :

- David W. VERSAILLES, 2008, « Sharing awareness and problem solving: introducing the concepts of embodied knowledge, epistemic and pragmatic action », communication to the tracks 2 (Network and networking) and 4 (Cognitive issues) of the 13th ICCRTS conference, organized by the Command and control research program, US Department of Defense, Bellevue (Seattle), WA, USA, June, *mimeo* – disponible dans les actes de la conférence.
- MÉRINDOL, Valérie, et David W VERSAILLES, 2007, « Towards a reinterpretation of ICTs' impact on command and control », *Defence studies [the Journal of the joint service command and staff college]*, vol 7 n°2 (juin), pp. 239-257.
- VERSAILLES, David W, 2005, « Défense, organisation industrielle et réseaux de connaissances », introduction au numéro thématique de même titre, *Revue d'économie industrielle*, numéro 112, 4^{ème} trimestre, pp. 11-25.

Organisation industrielle et dynamique de l'innovation

La problématique présentée autour de la dichotomie information / connaissance se prolonge par des réflexions en matière de coordination des activités industrielles et au sein des réseaux d'innovation. Le problème organisationnel relève d'une question de structuration prenant en compte la nécessité de maîtriser des connaissances appartenant à des champs dans lesquels chacun des acteurs se trouve spécialisé. Les capacités d'identification des connaissances pertinentes pour en faire un système cohérent ou, encore, les capacités d'absorption de chaque acteur au sein d'un projet commun représentent le cœur même de la problématique des programmes d'armement. Leur niveau de complexité augmente en fonction de la diversité des connaissances à maîtriser. Comme le développait Dibiaggio (1999 : 133) le projet commun repose d'abord sur la capacité à faire émerger une organisation des connaissances. La nécessité de recourir à une analyse en termes de complémentarité des actifs de connaissances et de mobilité des acteurs (Jacobides et alii, 2006) permet d'approcher la diversité des acteurs présents dans les programmes de Défense. C'est cet écueil analytique que les articles du numéro thématique de la *Revue d'économie industrielle* consacrée aux réseaux de connaissance dans la Défense se proposaient de dépasser, en proposant diverses options et éclairages tenant compte de la présence des asymétries de rôles, d'informations et de modes d'organisation au sein de la dynamique de la Triple Hélice entre l'Etat, le monde de la recherche et l'industrie.

Sur ces sujets, mes publications, seul ou en collaboration avec Valérie Mérindol, portent sur deux thèmes particuliers : le rôle des réseaux de connaissances et les complémentarités entre les divers acteurs de la dynamique de l'innovation de Défense ; les déterminants associées à la dynamique des maîtres d'œuvre et des intégrateurs de systèmes dans les

programmes de Défense. D'une certaine façon, ces travaux prennent acte de la fin du modèle du complexe militaro-industriel qui représentait un modèle stable d'interaction entre tous les participants aux processus de R&D et de production. Ils marquent aussi les tensions qui existent entre la maîtrise des coûts et la construction / préservation des compétences dans la durée. La Défense occupe une place bien plus variée qu'auparavant et les gouvernements doivent progressivement retrouver un rôle dans le système qu'ils régulaient auparavant par leur pouvoir d'acquérir et leur rôle de maître d'ouvrage. Aujourd'hui, leur influence s'est déplacée, elle existe toujours. Leur rôle dans le dispositif de R&D et dans la préservation de la base industrielle et technologique de Défense demeure, qu'il se situe à un niveau strictement national de plus en plus difficile à tenir en dehors des Etats-Unis ou à un niveau supra-national, comme l'Europe de la Défense et de l'Armement tente de le faire émerger. En particulier, il semble explicite que les industriels, même au niveau de grands groupes internationaux, demeurent incapables d'endosser le risque systémique associé à la R&D et aux programmes lorsqu'ils ne sont pas directement associés à des commandes fermes permettant d'apurer les coûts fixes. Même dans le cadre de programmes fortement empreints de dualité, comme l'avion de transport A 400 M qui porte tout de même autour de 80% de solutions technologiques communes avec les Airbus civils de même génération technologique, cette dynamique n'est pas facile à supporter au niveau des industriels seuls. C'est dire combien la place des Etats demeure importante, en particulier pour assumer une part importante de la démarche initiale de soutien aux technologies naissantes (*cf* mes chapitres dans notre ouvrage publié en 2003 chez Economica).

La structuration de l'économie incombe de plus en plus à d'autres acteurs que les Etats. C'est en particulier le cas avec des programmes complexes à technologies multiples, où seuls les *prime contractors* détiennent aujourd'hui les compétences et les connaissances qui permettent de gérer la coordination avec l'ensemble des contributeurs au programme. La distinction entre *component knowledge* et *architectural knowledge* se révèle alors tout à fait importante pour apprécier la dynamique de la spécialisation des acteurs : l'intégrateur de systèmes régit lui-même la répartition des rôles au sein du réseau, ou encore les entrées et les sorties du réseau. Cette démarche demeure totalement dynamique. Pour les programmes en cours la criticité des connaissances explique la distance au noyau dur du réseau. Sa consolidation repose sur la préservation de compétences utiles pour les programmes à venir. L'article publié dans la *Revue d'économie industrielle* explique en particulier le nouveau rôle des maîtres d'œuvre industriels (ou *prime contractors*). Dassault, par exemple, s'est positionné depuis longtemps sur les technologies critiques des programmes et justifie en permanence son rôle par la préservation de sa compétence d'intégration (*architectural knowledge*). Certains intégrateurs de systèmes américains (comme Lockheed Martin) ont totalement intégré comme stratégie industrielle une logique d'élargissement de leur gamme technologique, donnant ainsi raison à la littérature scientifique sur les *CoPS* ; dans le même temps les groupes industriels et les acteurs européens ont toujours plus de difficultés à se positionner dans une stratégie de long terme. Tout l'enjeu consiste à trouver une solution pour développer une véritable préservation de l'ensemble de la base de connaissances utile (ou indispensable) pour préserver l'*architectural knowledge* au niveau requis pour satisfaire un client précis. La complémentarité et la non-substituabilité des connaissances conduisent alors à la

consolidation du réseau sous l'égide du pouvoir direct du maître d'œuvre qui régule les opportunités pour chaque acteur et contributeur au réseau, à innovation de rupture près.

L'analyse des relations industrielles conduit alors à poser des questions directement associées aux mécanismes de conversion et de transfert des connaissances. Faisant référence aux schéma popularisés par Nonaka, qui prêtent par ailleurs le flanc à de nombreuses critiques, il est possible de mettre en évidence que les décisions de politique industrielle émises en matière de Défense conduisent à bloquer ou favoriser les phases de socialisation, d'externalisation, d'internalisation ou de combinaison des connaissances. Au niveau du programme de l'avion de chasse JSF pour lequel Lockheed Martin est le maître d'œuvre industriel, dans le cadre d'un partenariat extrêmement intégré avec les responsables du programme pour le Pentagone, internationalisation et combinaison sont bloquées de façon délibérée. Le duo entre le maître d'œuvre et el maître d'ouvrage utilise des outils réglementaires ou contractuels pour parvenir à ses fins. Les logiques de compensation qui existaient auparavant permettaient facilement des transferts de compétences, mais la nouvelle organisation des programmes en coopération conduit à les relier de fait aux intérêts du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre, lesquels ne sont pas automatiquement convergents.

Ce travail mérite d'être poursuivi, sur d'autres programmes et sur d'autres secteurs. Du point de vue analytique, la piste d'évolution la plus importante consiste à déplacer la référence aux mécanismes de conversion de la connaissance et à raffiner progressivement les processus de conversion et de transmission de la connaissance. Dans une première phase, la référence aux travaux de Nonaka a permis de valider un certain nombre de pistes parce que son modèle est aisément applicable aux environnements associés aux programmes d'armement, ce qui a été fait en particulier autour des programmes F/A 18 et JSF dans l'aéronautique militaire (pour des communications aux colloques du réseau PRIME ou appliqué dans les travaux de doctorants en stage au CReA). En réalité, cette démarche demeure trop macroscopique et ne procure pas les déterminants qui permettent d'introduire une véritable passerelle entre les niveaux individuels et collectifs. Chez Nonaka (par exemple dans le schéma SECI), les processus mentionnés sont tout à la fois situés au niveau du groupe, de l'individu et l'interaction entre individus. La poursuite de la recherche sera opérée dans le cadre de mécanismes différents qui permettent de prendre en compte des mécanismes individuels de connaissance plus détaillés, comme par exemple ceux que développe Max Boisot dans une perspective tout à fait cohérente avec les orientations de l'épistémologie évolutionniste (voir les travaux de Bill Bartley III et Donald T. Campbell, *cf* Radnitzky et Bartely, eds ; 1987, pour un des ouvrages fondateurs sur le sujet). Au passage, on note le rebouclage de ces activités sur les questions de théorie de la connaissance et de méthodologie déjà évoquées plus haut. Les perspectives de prolongation les plus structurées de cette recherche sur l'organisation industrielle et sur la dynamique de l'évolution sont associées aux stratégies industrielles qui se mettent en place aujourd'hui dans les cadres européen et transatlantique. Les travaux en cours sur le programme JSF, sur Lockheed Martin et d'autres acteurs européens permettent de poursuivre l'investigation.

Publications citées :

- VERSAILLES, David W., et Valérie MÉRINDOL, 2007, « Transatlantic cooperation and R&D management: an inquiry into the problem of complementarity », *Defense and peace economics*, numéro spécial 'Defence R&D management' (sous la direction d'Asher Tishler), vol 17 n°3 (juin), pp. 239-256.
- MÉRINDOL, Valérie, et David W. VERSAILLES, 2006, « Sector-based vs. National-based explanations of the triptych Government / Industry / Academic research in Defense-related R&D projects. Instances from France, the UK and the USA, chapitre 10 in M. H. SHERIF & T. M. KHALIL, eds; *Management of technology, New directions in technology management*, Amsterdam: Elsevier.
- VERSAILLES, David W., 2005, « Le maître d'œuvre dans les programmes d'armement : de l'émergence à la consolidation des réseaux de connaissances », *Revue d'économie industrielle*, dans le numéro thématique 'Défense, organisation industrielle et réseaux de connaissances', numéro 112, 4^{ème} trimestre, pp. 83-105.
- VERSAILLES, David W., Valérie MÉRINDOL et Patrice CARDOT, 2003, *La recherche et la technologie, enjeux de puissance*, Paris : Economica
- VERSAILLES, David W., 2003, « Le concept de base industrielle et technologique de Défense », chapitre 1 in VERSAILLES, MÉRINDOL, CARDOT, 2003, pp. 9-36.
- VERSAILLES, David W., 2003, « Un cheval de Troie : le programme JSF », pp. 81-88 in Versailles, Mérindol, Cardot, 2003.
- MÉRINDOL, Valérie, et David W. VERSAILLES, 2009 (*forthcoming*), « Dual-use as knowledge-oriented policy: France during the 1990ies and 2000ies », co-author Valérie Mérindol, *International journal of technology management*, accepted for publication in August 2008.
- VERSAILLES, David W., 2009 (*forthcoming*), « The case of industry architectures and co-specialization », in Adrew JAMES and Philippe LAREDO, eds ; 2009, *Re-evaluating Defence R&D and innovation dynamics*, Cheltenham, UK and Northampton, USA : Edward Elgar.

***Réseaux d'innovation et intelligence stratégique
sur les industries de Défense
Aspects prospectifs***

La problématique générale de la « Triple Hélice » se trouve très souvent associée à l'analyse du rôle et des contributions de chacun des acteurs du processus de l'innovation. Historiquement elle se rattache au courant de la sociologie de la science et développe de nombreuses activités qui permettent de dresser un état des lieux des parties prenantes sur un marché. L'ensemble des interactions renvoie ici aux déterminants usuels de l'économie de la connaissance. Dans le cadre des activités de responsable de l'Observatoire économique de la Défense, j'ai dû mettre en place divers indicateurs permettant de suivre ces processus au niveau des entreprises de la base industrielle et technologique de la Défense, pour tous les acteurs qui la composent. A cette époque, déjà, j'ai commencé à travailler sur les outils qui permettent de mettre en place des démarches prospectives nécessaires aux contributions dans les divers groupes d'experts relatifs à la politique industrielle auxquels j'ai été convié à participer (Conseil économique de la Défense, Conseil général pour l'armement, Commissariat général du plan, Association Ecrin travaillant à la suite des exercices « Technologies clés » du ministère des Finances).

Comme responsable de l'Observatoire économique de la Défense, j'avais en particulier contribué à installer la base de données SANDIE qui servait alors de cadre aux travaux sur la base industrielle et technologique de Défense, et pouvait s'apparier avec les autres bases de données produites par les services de la statistique publique.

Dans ce contexte ont émergé en particulier deux types d'activités, poursuivies depuis, qui ont donné lieu aux articles co-signés avec Valérie Mérindol (qui était déjà mon adjoint à l'Observatoire économique de la Défense avant de me rejoindre dans ces mêmes fonctions au Centre de recherche de l'Armée de l'air). La première a consisté à développer un décodage précis des outils mis en place à l'étranger et des exercices de *reverse engineering* sur leurs résultats publics. Des contributions à des groupes d'experts sur la problématique du gap technologique entre les Etats-Unis, l'Europe et le reste du monde se situent dans cette logique. Elles ont donné lieu à un chapitre spécifique de l'ouvrage publié en 2003 avec Valérie Mérindol et Patrice Cardot chez Economica. Allant plus loin sur un outil spécifique de la politique publique, l'article publié dans le numéro de *Defence and peace economics* consacré à la R&D de Défense traite en particulier des listes de technologies clés militaires américaines, exercice de prospective qui a connu son plein développement dans les années 1990 et au début des années 2000. Sur cette base, la deuxième démarche concerne une analyse de la gouvernance des politiques publiques de R&D dans toutes leurs ramifications. Les Etats-Unis utilisent par exemple le travail sur les technologies clés à usage militaire à la fois pour servir de base de référence à la politiques d'exportation, orienter les investissements en R&D de Défense, créer une vision d'ensemble (« *big picture* ») au niveau des acteurs de la R&D civile ou dans les réseaux académiques. Les deux démarches que je développe ici dans ce contexte permettent de travailler sur les bases institutionnalistes et évolutionnistes qui fondent la problématique générale de la Triple Hélice et inscrivent cette réflexion dans la logique de gouvernance de l'économie fondée sur la connaissance telle qu'elle avait été arrêtée au sommet européen de Lisbonne (2000). Dans les deux cas, les travaux reposent sur des indicateurs qui permettent une démarche de statique comparative et une reconstruction évolutionniste de la dynamique de création de la connaissance au sein des réseaux d'acteurs.

Les résultats de nos travaux sur les Etats-Unis sont assez significatifs dans une logique de comparaison avec la France ou avec l'Union européenne. En pratique, la force des exercices de technologies clés réalisés par l'administration fédérale américaine ne réside pas dans ses moyens, car son budget est assez modeste à l'échelle des Etats-Unis même si la comparaison marque tout de même une différence avec la France. Le véritable enseignement réside clairement dans la capacité à faire partager une même vision globale et détaillée à un réseau très large de scientifiques, d'industriels et de responsables administratifs civils et militaires (pour les ministères civils et le Pentagone en même temps). Cette « *big picture* » qui émerge des travaux des experts mobilisés par les sous-groupes qui travaillent sur les listes de technologies clés militaires est totalement partagée par tous les acteurs ; elle comprend des évaluations des centres d'excellence ainsi que des interactions majeures qui domaines technologiques à l'échelle internationale. De très nombreux pays sont ainsi « évalués » et les taxonomies utilisées pour rendre compte des forces et des faiblesses des pays pour chaque technologie parlent autant aux experts interrogés que les commentaires sur l'état des compétences ou sur les investissements en R&D. A partir de ces documents, nous avons souligné deux résultats marquants. D'une

part nous avons travaillé sur les complémentarités et sur les redondances entre les pays ; sur ce point nous avons mis en évidence des logiques qui expliquent pourquoi privilégier certains partenariats internationaux. Par exemple, dans les derniers exercices de prospective américains, la France se trouve toujours évaluée au même niveau que d'autres pays européens (Royaume-Uni, Allemagne, Pays-Bas) sans jamais présenter de domaine technologique original par rapport à ces pays. L'intérêt à bâtir un partenariat stratégique sur la base de ce genre d'échange se trouve donc bien faible. D'autre part, nous avons travaillé en reverse engineering sur certains programmes d'armement. Les choses sont tout autant intéressantes si l'on se raisonne sur un programme majeur comme l'avion de chasse JSF : tous les partenaires industriels choisis dans le courant du programme figuraient déjà, parfois plus de dix ans auparavant, dans les listes de clusters stratégiques et de centres de recherche « experts » sur des domaines particuliers. Dès que les capacités de production ou les plans de charge en la matière sont saturés aux Etats-Unis, on voit automatiquement apparaître les acteurs européens correspondant à ces niches d'excellence dans les listes de partenaires du programme. Le déterminisme est total.

Pour ce qui concerne les analyses du gap technologique transatlantique, des démarches analogues ont été menées. Depuis le collationnement des informations jusqu'aux restitutions des résultats, en passant par la consultation d'experts scientifiques et industriels dans les technologies examinées, la démarche a été identique à ce qui vient d'être présenté. L'analyse critique sur les outils et sur les modalités de calcul permet déjà de démystifier certains résultats, mais elle ne masque pas l'ampleur du « gap ». Sur ce thème encore plus que sur le précédent, il importe toutefois de connaître avec précision l'enjeu de la démonstration et les objectifs poursuivis au moment de traiter de ce genre d'agrégat, car on a vite fait d'y introduire des contresens. Il ressort clairement des études réalisées que les écarts entre les diverses versions du « gap » sont très fortes et que les travaux de statique comparative ne procurent pas le même niveau de finesse que les appréciations longitudinales sur des séries longues, qui permettent d'apprécier les politiques publiques dans une dynamique plus explicite. C'est d'autant plus vrai en matière de Défense que les effets de traîne sont particulièrement importants, les programmes de R&D se recouvrant l'un l'autre sur des périodes sans fin et les durées de vie des programmes couvrant plusieurs décennies pour les matériels majeurs.

Ces résultats ont été diffusés sous la forme de présentations à des responsables de l'administration centrale, présentés à des séminaires et valorisés sous formes d'articles. Ils ont aussi conduit les groupes d'experts à formuler des recommandations de politique publique et à favoriser certaines démarches. Il demeure que les cultures européenne et française en matière de Défense ne permettent pas d'aller immédiatement dans le sens d'un exercice similaire aux listes de technologies clés militaires américaines, qui permettent d'en partager aussi largement les résultats.

Articles cités :

- VERSAILLES, David W., et Valérie MÉRINDOL, 2007, « Transatlantic cooperation and R&D management: an inquiry into the problem of complementarity », *Defense and peace economics*, numéro spécial 'Defence R&D management' (sous la direction d'Asher Tishler), vol 17 n°3 (juin), pp. 239-256 (déjà mentionné).

- VERSAILLES, David W, Valérie MÉRINDOL et Patrice CARDOT, 2003, *La recherche et la technologie, enjeux de puissance*, Paris : Economica

C. La position spécifique du chercheur en institution, au sein de la Défense

Le choix de la Défense comme terrain d'investigation

Bien qu'intéressé depuis longtemps par les questions de Défense, il est évident que le fait d'avoir été recruté au sein du ministère de la Défense pour restructurer l'Observatoire économique de la Défense dans un premier temps, puis pour créer et diriger le Centre de recherche de l'Armée de l'air, a tout à la fois imposé le choix de ce terrain d'investigation et grandement facilité l'accès aux données et au terrain empirique. D'un point de vue évolutionniste ou institutionnaliste, la Défense se trouve particulièrement représentative d'un secteur où les relations industrielles ne peuvent pas se réduire à des relations marchandes : toutes obéissent à des logiques hiérarchiques qui traduisent, d'une façon ou d'une autre, la subordination à des relations hiérarchiques. Revenir aux différentes formes de l'individualisme institutionnaliste décrit par Agassi devient alors prépondérant dans tous les compartiments de l'analyse. La relation à l'Etat évolue dans le temps et dans l'espace, mais elle demeure omniprésente. Les enjeux sont d'autant plus forts que la prise en compte des intérêts de chacun des acteurs, ou encore la prépondérance de la R&D pour satisfaire les fonctions de Défense et de Sécurité, impliquent une projection de tous les raisonnements sur une échelle de temps à très long terme, dans lesquels les actifs incorporels occupent la place majeure. La conjonction de la subordination à l'Etat et de l'application des lois de la concurrence se traduit donc par une situation où les organisations industrielles de la Défense alternent entre exclusion et obéissance aux lois du marché. La notion de système est bien plus pertinente pour approcher le sujet, parce qu'elle permet de prendre en compte les logiques de réseau qui sont sous-jacentes aux mécanismes de transfert des actifs incorporels. Leur élaboration suppose des mécanismes de transfert et de conversion des connaissances de chaque acteur, qu'il soit industriel, chercheur ou encore représentant de l'Etat dans sa double fonction de donneur d'ordre (qui décide de la politique de Défense et paie les programmes à partir du budget de l'Etat) et d'usager (le soldat qui remplit la mission et transmet son expérience opérationnelle). La complexité du système augmente avec la complexité de la mission à réussir.

Des illustrations d'activités hautement intensives en connaissances empruntées à la Défense peuvent se trouver dans tous les pays, à toutes les époques. Ces références demeurent trop nombreuses et trop diverses pour établir des références univoques. D'une façon ou d'une autre, tous les programmes d'armement peuvent être mobilisés pour les réflexions en matière d'économie de la connaissance et d'économie industrielle, à la condition que les informations deviennent disponibles pour le grand public. Dans de nombreux cas, la protection des données relatives à l'utilisation des technologies ou aux matériels rend difficile certains développements analytiques tant que le caractère critique de ces technologies demeure, ou tant que les matériels sont en service. Ainsi de l'analyse des programmes Mirage IV, par exemple, qui devient possible avec de très nombreux

détails au moment où l'avion et ses sous-systèmes sont retirés du service actif. Pour d'autres programmes et pour d'autres interactions, les données accessibles au public sont partielles et, donc, peuvent induire des interprétations abusives ou erronées. Chaque fois que le voile se lève sur des pans de la Défense, le scientifique peut s'emparer de l'objet concret pour confronter les diverses théories à la réalité du terrain. Même dans le cadre de positions privilégiées au sein de l'institution comme celles que j'ai occupées depuis 2000, l'accès détaillé à l'information permet surtout de mesurer au mieux le caractère hasardeux et parcellaire de certaines conclusions. Peu importe d'ailleurs que les travaux de recherche en analyse économique appliquée à la Défense demeurent à des niveaux agrégés (budgétaires ou macro-économiques) ou requièrent des niveaux de détail plus importants pour permettre de détailler, par exemple, les questions de management de la technologie ou d'économie de la connaissance. Parler aujourd'hui de « faits stylisés » associés à la Défense relève d'autant plus d'une forme de gageure que les travaux de recherche actuels prennent progressivement la mesure de la fin des références associées à la Guerre Froide et à la stabilité des acteurs et des interactions qui la caractérisaient.

Loin de se vouloir une investigation spécifique aux questions de Défense et de viser à enrichir un corpus théorique autonome, mes recherches empruntent des situations concrètes aux programmes d'armement et aux politiques publiques de Défense pour contribuer aux thématiques théoriques en matière d'organisation industrielle et de dynamique de l'innovation. A ce titre, elles livrent des cas pris dans les programmes d'armement et dans les organisations de Défense comme objets à tous ceux qui travaillent sur ces thèmes, en espérant aussi convaincre de l'intérêt à avancer dans la connaissance de ces domaines. Ainsi les articles du numéro thématique de la *Revue d'économie industrielle* consacré aux réseaux de connaissances dans la Défense se donnent-il pour objet de dépasser la simple analyse des questions de Défense en tant que telles pour chercheur à illustrer la variété des formes et des clivages qui peuvent se mettre au service de la compréhension des organisations industrielles à partir des réseaux de connaissance.

Neutralité du chercheur et « protection » des sources

Se pose enfin une dernière question : quel est le degré de liberté accordé à un chercheur qui assume des responsabilités managériales au sein du ministère de la Défense, a fortiori lorsque sa mission consiste à préparer des décisions de politique publique ? Je dois avouer avoir accepté ce genre de poste sans trop savoir à quoi m'attendre, me fiant à juste titre au bon sens de mes supérieurs directs pour privilégier des résultats utiles parce que valides sur le plan scientifique. J'ai endossé des responsabilités administratives dès mon arrivée au ministère de la Défense, parce que les prérogatives associées me permettaient aussi de poursuivre mon métier d'enseignant chercheur. Dans un premier temps j'ai vécu une double casquette, ayant à la fois la responsabilité d'un programme d'études internes à l'Observatoire économique de la Défense (au profit du Conseil économique de la Défense et de la Direction des affaires financières), et une mission d'interface pour faire vivre un programme d'études sous-traitées à des équipes universitaires. Dans un second temps j'ai eu la responsabilité de mettre en place pour l'Armée de l'air un centre de recherche pluridisciplinaire qui compte aujourd'hui trente-cinq enseignants chercheurs à temps plein (dont quelques doctorants) et accueille annuellement plus de quinze stagiaires (équivalent

temps plein, tous entre M2 et D1). La pluridisciplinarité n'est pas ici un vain mot puisque les cinq laboratoires de recherche du Centre de recherche de l'Armée de l'air couvrent actuellement quatorze sections distinctes du CNU (psychologie cognitive, traitement du signal et mécanique des fluides compris).

A ces divers titres, mes missions m'ont conduit à diriger des recherches d'ampleur et de durées diverses, sur la base d'un plan de charge qui n'a jamais faibli. Enquêtes de terrain, méthodologie par questionnaires ou par entretiens, travaux statistiques et économétriques, les équipes dont j'ai eu la charge ont été confrontées à des questions très diverses. A chaque fois il a fallu identifier la méthodologie la plus adaptée pour permettre de se confronter au terrain empirique concret ; je dois avouer que ma formation initiale en épistémologie et mon goût pour la recherche en méthodologie des sciences sociales m'ont largement aidé à travailler de façon cohérente, me permettant toujours un regard critique sur les outils et les concepts que j'utilisais pour traiter d'une problématique concrète. Les travaux ne peuvent pas tous se mettre sur le même plan. Certains parce qu'ils sont associés à un niveau non neutre de protection des données relatives à la Défense, et il convient d'évoquer ici que la presque totalité des travaux de recherche en finances publiques que j'ai développés pour la Direction des affaires financières y resteront à jamais enfouis. D'autres parce qu'ils représentent une expertise accumulée, mise au service d'un groupe d'experts rassemblé pour traiter d'une question précise en vue de préparer une décision de politique publique ou de réorganisation de l'institution. D'autres, enfin, parce qu'un tri assez rapide à partir de critères simples et génériques permet d'en utiliser l'essentiel pour des publications scientifiques, même sur des programmes d'armement sous les feux de l'actualité.

Dans tous les cas, travailler comme un chercheur « de l'institution » permet d'accéder à des masses insoupçonnées de données et de documentation, rarement valorisées au bon niveau tant les services qui les détiennent n'imaginent pas que ces sources représentent une manne pour le chercheur en sciences sociales et pour l'économiste en particulier. Dans le travail au profit de l'institution elle-même, qu'il s'agisse de la Direction des affaires financières ou de l'Armée de l'air, j'ai d'autant plus facilement généré la confiance de mes interlocuteurs et obtenu l'accès à toutes les informations requises aux activités de recherche que je pouvais moi-même « timbrer » les documents de recherche émis en fonction de leur contenu. La seule véritable difficulté a émergé lorsque la recherche coïncidait avec des luttes internes au ministère pour implémenter une réforme ou une autre, favoriser une option spécifique de politique publique ou une autre. Rien que de normal dans le cadre d'une administration centrale qui se trouve confrontée à la réforme de l'Etat et à la révision générale des politiques publiques. Quant aux activités tournées vers l'extérieur, l'expérience de presque dix années d'exercice permet de dire aujourd'hui que les sujets interdisant par nature de publier hors de l'institution demeurent très peu nombreux ; ils sont toujours associés à la préservation de la sécurité des troupes et à la supériorité opérationnelle du combattant sur le champ de bataille, ce qui n'est pas sans rappeler la préservation de l'avantage concurrentiel de toute entreprise. Travailler à des publications scientifiques s'est toujours présenté comme une tâche explicitement encouragée par l'institution de Défense, situation aisée dans les services de recherche dont j'avais directement la charge mais qui ne leur est pas spécifique.

Je n'ai pas eu vraiment l'occasion de travailler à des publications spécifiques sur ces questions axiologiques. Je dois aussi avouer n'avoir pris conscience de ces enjeux qu'en accueillant des étudiants des sciences de gestion pour des stages au sein du Centre de recherche de l'Armée de l'air, étudiants qui devaient structurer les chapitres méthodologiques associés à leur recherche de terrain. Plusieurs projets d'articles ont été mis en place récemment avec des collègues qui partagent une expérience équivalente à la mienne (par exemple avec Valérie Mérindol) ou avec des étudiants qui ont réalisé leurs stages de terrain sous ma direction au sein de l'Armée de l'air.

D. Activités en cours

Les activités en cours mentionnées dans cette notice entendent développer autant les travaux en cours à la date de finalisation de ce document que les différentes entreprises qui ont été finalisées depuis que le Conseil scientifique de l'université de Nice Sophia Antipolis a validé l'autorisation de soutenance de cette habilitation à diriger des recherches. En pratique, les activités alors en cours et finalisées aujourd'hui représentent le contenu scientifique de mes derniers mois comme directeur du Centre de recherche de l'Armée de l'air puisque je quitte ces fonctions au 30 septembre 2008. Certains projets ne de publications seront pas achevés à cette date. Ils concernent pour l'essentiel la suite des workshops organisés à Salon de Provence pendant l'année académique 2007-2008 et des travaux poursuivis avec des doctorants dans le cadre de leurs thèses de doctorat (sciences de gestion, science économique, histoire des sciences et des techniques) au sein du CReA.

Thème 1 : Méthodologies individualistes et explication en analyse économique

Le premier thème développé ici rejoint les préoccupations méthodologiques et épistémologiques qui m'accompagnent depuis le début de mes activités de recherche. Elles sont ciblées, en ce moment, sur des questions très pratiques associées à la méthodologie des études de cas et à un retour d'expérience sur la pratique de la recherche sur des questions appliquées ou prospectives au sein du ministère de la Défense.

- Plusieurs articles de méthodologie des sciences sociales sur la pratique de la recherche de terrain autour de la dynamique de l'innovation, sur la position particulière du chercheur en institution, sur la pratique de la recherche de terrain sur les questions de Défense.
- Une première communication (en cours de transformation pour soumission à une revue) a été réalisée avec Valérie MÉRINDOL au colloque EGOS 2008 à Amsterdam sur l'utilisation de la méthodologie de *case studies* dans les organisations de Défense, dans le cadre de la session organisée par Bill MCKELVEY, Renata KAMINSKA-LABBÉ et Catherine THOMAS sur les « Crises, Rare and Oddball events : Strategic opportunity or strategic drift ? ».

*Thème 2 :
Information, connaissance, compétences et
économie de la Défense*

Dans mes activités, ce thème porte un statut assez particulier. Il renvoie aux questions d'épistémologie que je traite depuis le début de mes activités de recherche avant de retrouver un nouvel élan, dans une perspective très directement liée aux enjeux opérationnels de la Défense. De nombreux projets en cours en moment lui sont associés, qui ont suivi des commandes que j'ai dû mener à bien pendant mes deux dernières années comme directeur du Centre de recherche de l'Armée de l'air dans le cadre de la mise en œuvre de nouveaux programmes aéronautiques militaires et de nouvelles technologies. Les projets de valorisation de ces travaux sont nombreux et les quelques lignes de présentation qui suivent n'épuisent pas le potentiel qui émane des enquêtes de terrain et des entretiens qui ont été conduits. De façon schématique, ce thème se subdivise en deux questions attachées, d'une part, à la gestion des activités opérationnelles dans le cadre des activités réseaux-centrées et, d'autre part, au management des compétences dans le cadre des organisations de Défense.

Le premier sujet reprend les thèmes évoqués plus haut dans cette présentation autour des questions associées à l'épistémologie évolutionniste. Tout revient ici à la passerelle entre informations et connaissance(s), passerelle qui suppose de raisonner sur ce qui existe « derrière le miroir », dans la relation entre « the self and its brain », pour reprendre deux titres d'ouvrages célèbres de Konrad Lorenz ou, encore, de Karl Popper et John Eccles. Mes travaux s'inscrivent ici une réflexion où les questions épistémologiques se confrontent à la réalité de la vie opérationnelle des personnels navigants. Tout ceci a été évoqué par exemple dans le séminaire organisé autour de Max Boisot, ou dans mes contributions à divers colloques ciblés sur le management de l'information dans le cadre des opérations militaires, colloques où j'ai développé les concepts de *situation awareness*, *shared awareness*, *shared situated awareness*. Ce thème revêt aujourd'hui une importance cruciale dans le contexte de la mise en place massive des technologies de l'information et touche des enjeux opérationnels majeurs. Ces sujets traduisent en termes modernes des références aussi anciennes que la réflexion stratégique et tactique en matière de Défense, ils reposent sur la notion de partage de situation tactique entre les divers acteurs qui combattent ensemble. La gestion du temps et de l'ignorance suppose ici la prise en compte du temps réel (ou plutôt du temps utile) au niveau des combattants. L'introduction des notions de filtres perceptifs ou conceptuels, dans la perspective ouverte par Max BOISOT, permettent de modéliser la convergence des soldats qui contribuent au réseau dans le tempo réel des opérations militaires. Cette activité de recherche traduit de façon concrète les réflexions sur l'évolution des activités opérationnelles du soldat sur le champ de bataille.

- Une communication en tant que *keynote speaker* au colloque **Battlespace information 2008** en mai 2008 et une communication, sur la même base, à la 13^{ème} conférence du **Command and control research program (CCRP)** à Bellevue (WA, USA) en juin 2008, sont en cours de reformatage pour soumission à une revue. La communication au colloque du CCRP figure parmi les communications présentées dans cette notice.

- Une autre communication sur le même thème est à venir en novembre 2008 comme *keynote speaker* au colloque **Global Integrated ISR** [Information, surveillance, reconnaissance] (theme « Sustaining Global ISR Superiority through the Prominence of ISR Projections »).

L'analyse des compétences individuelles et collectives des personnels navigants dans leurs opérations a été suscitée par une commande de l'Etat major de l'armée de l'air sur ce thème. Elle rejoint une commande en sociologie des organisations sur d'autres catégories de personnels, qui m'a conduit à diriger les sociologues des organisations présents au sein du CReA. Mis bout à bout, ces travaux rejoignent des préoccupations de théorie de la connaissance qui ont été présentés dans le thème 2 supra. Cette activité a reposé sur une coopération avec Catherine THOMAS et Evelyne ROUBY sur ces sujets, et se prolonge par des projets avec Max BOISOT élaborés pendant que nous apprécions les évolutions des pilotes de la Patrouille de France dans le ciel de Salon de Provence.

- Plusieurs articles à soumettre à des revues à comité de lecture, articles en cours d'élaboration avec Max BOISOT, Catherine THOMAS, Evelyne ROUBY et Valérie MÉRINDOL sur les compétences collectives et individuelles, dans le contexte des opérations aériennes (à la suite des études réalisées pour l'Armée de l'air sur les compétences) ;
- J'assumais jusqu'alors la direction scientifique de l'étude « Compétences et format de l'Armée de l'air pour les opérations extérieures », avec une équipe de recherche composée des enseignants chercheurs du CReA (sociologie des organisations), dans le cadre d'une commande de l'Etat major de l'Armée de l'air. Cette activité n'est pas achevée et la responsabilité de l'étude a été transmise à Christian BRUN, qui en était déjà le chef de projet au sein du CReA ;
- L'étude « Prospective sur les compétences de l'Armée de l'air à horizon 2020 : ruptures technologiques et organisationnelles » est maintenant achevée et le rapport a été rendu à l'Etat-major de l'Armée de l'air le 8 septembre 2008 qui avait passé cette commande. J'y ai assuré la direction scientifique dans le cadre d'une coopération avec l'équipe DCC du GREDEG (Catherine THOMAS et Evelyne ROUBY) et contribué aux travaux (en particulier pour tout ce qui concerne l'analyse du format des unités opérationnelles et de la brigade de chasse). Le chef de projet était Valérie MÉRINDOL et l'équipe de recherche composée des enseignants chercheurs du CReA (management de la connaissance et management des organisations). Une valorisation de certaines parties de l'étude sous forme d'articles scientifique est actuellement en cours, y compris pour ce qui concerne des questions associées au format des forces armées et leur traduction en finances publiques qui représentaient jusqu'alors des activités incidentes ou confidentielles

*Thème 3 :
Organisation industrielle, réseaux de connaissance
et organisations de Défense.*

Ce sujet est récurrent dans mes travaux depuis plusieurs années et le titre donné à ce thème reprend le titre du numéro thématique de la *Revue d'économie industrielle* que j'ai géré comme *guest editor* en 2005. Ce thème touche les questions d'organisations implémentées dans les organisations opérationnelles de la Défense à la suite de l'introduction des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Cette révolution est marquée par l'arrivée de nouveaux acteurs au niveau de la R&D ou de l'industrie, et donc par de nouvelles interfaces avec la Défense. Elle conduit à faire évoluer les politiques publiques de Défense et à remodeler les mécanismes de gouvernance de l'innovation qui les accompagnent. On y trouve deux projets de publications.

- Un numéro spécial relatif aux politiques publiques de Défense, pour la revue *Economie et institutions*, en cours d'élaboration avec les éditeurs, à paraître au premier trimestre 2009 et daté 2008.
- Un ouvrage sur le *Network centric warfare* à paraître fin 2009 chez Economica, collection Stratégies, avec Valérie MÉRINDOL, à la suite de l'étude réalisée pour la Délégation aux affaires stratégiques sur le même sujet (concepts d'emploi et retour d'expérience des armées et services américains). Le contrat d'édition est négocié et en cours de finalisation ;
- Plusieurs articles en cours d'élaboration avec Valérie MÉRINDOL sur les réseaux d'acteurs (Etat, Science et open science, industrie) dans le cadre de la dynamique de l'innovation et la gestion des connaissances (diffusion, codification, transferts de connaissance).

La thématique des logiciels libres prolonge ce premier thème. J'ai abordé cette thématique à la suite de l'arrivée de Thomas LE TEXIER comme doctorant sur ces sujets au sein du CReA (directeur de thèse Dominique TORRE, GREDEG) et à mon entrée dans le réseau FLOSS comme co-fondateur au titre de l'Armée de l'air. Je me suis pris au jeu des travaux avec Thomas, car cela prolonge sur un thème assez singulier et original mes réflexions sur les dynamiques industrielles autour de la Défense.

- Plusieurs articles en cours de finalisation avec Thomas LETEXIER (doctorant au CReA) sur la dynamique de l'innovation en relation avec l'adoption des logiciels open source (dans le cadre des contributions successives au réseau FLOSS). Certains de ces articles ont été présentés aux colloques du réseau FLOSS 1.0 (Nice, 2007), FLOSS 1.5 (Salon de Provence, avril 2008) et FLOSS 2.0 (Rennes, juin 2008).
- Le workshop thématique sur les questions de sécurité et de Défense organisé à Salon de Provence dans le cadre du réseau FLOSS avec Thomas LETEXIER (CReA et GREDEG), Dominique TORRE (GREDEG et Université de Nice), et Eric DARMON (GREDEG et Université Rennes 2) a eu lieu les 24 et 25 avril 2008, avec des communications académiques (Kirsten HALLAND et Rishab A. GOSH, Université de Maastricht (Pays-

Bas) ; Bohdan O. SKLEPKOVYCH, Université L (Suède) ; Thomas LE TEXIER et moi-même) et des communications d'industriels (EADS Défense, Certipath). Une publication sur ces thèmes est en cours de préparation sous la forme d'un ouvrage collectif qui sera co-dirigé par Thomas LE TEXIER et moi.

Enfin, mes préoccupations d'épistémologue et d'économiste industriel ne peuvent me laisser de marbre devant des activités en histoire des sciences et des techniques. J'ai démarré ces activités comme investigation pour nourrir de *cases studies* mes enseignements et mes articles sur les dynamiques industrielles. J'ai aussi utilisé ce moyen pour contribuer à l'encadrement local de la recherche en histoire des sciences et des techniques d'un doctorant présent au sein du CReA, qui travaille sur les programmes aéronautiques des années 1950-1965.

- Plusieurs articles en histoire des sciences et des techniques en cours d'élaboration avec Sylvain CHAMPONNOIS (doctorant au CReA) sur la dynamique de l'innovation autour des grands programmes de l'aéronautique militaires des années 1950-1960 en Europe
- Un projet d'ouvrage collectif, sous ma direction, à la suite de la Journée d'étude '*Mobilité, simulation et modélisation*' co-organisée par le Centre de recherche de l'armée de l'air et le Centre de recherche en économie de l'innovation (univ. Paris IV).

E. Bibliographie

- AGASSI, Joseph, 1975, « Institutional individualism », *British journal of sociology*, vol 26, pp 144-155.
- AMIN Ash, and COHENDET Patrick, 2001, *Architectures of knowledge: firms; capabilities, and communities*, New York : Oxford University Press.
- ANTISERI, Dario, 1996, *Trattato di metodologia delle scienze sociali*, Torino: UTET.
- BERKSON, William and WETTERSTEN, John, 1984, *Learning from error, Karl Popper's psychology of learning*, La Salle, Ill.: Open court.
- BOISOT, Max, & Yan LI, 2005, "Codification, abstraction and firm differences: A cognitive information-based perspective", *Journal of bioeconomics*, volume 7, pp. 309-334.
- BOISOT, Max, 1995, *Information space, A framework for learning in organizations, institutions and culture*, London: Routledge.
- BOLAND, Lawrence A., 1997, *Critical economic methodology, A personal odyssey*, London: Routledge.
- BOLAND, Lawrence A., 2003, *The foundation of economic method, A Popperian perspective*, 2nd edition, London: Routledge.
- CHILD, James, 2001, « Learning through strategic alliances », pp 631-656 in DIEKES M., BERTHONANTAL A., CHILD J et NONAKA I. 2001, *Handbook of organizational learning and knowledge*, Oxford: Oxford university press.
- COHENDET, Patrick, KIRMAN, Alan, ZIMMERMANN, Jean-Benoît, 2003, « Emergence, formation et dynamique des réseaux, modèles de la morphogénèse », *Revue d'économie industrielle*, n°103, 2ème et 3ème trimestre, pp 15-42.
- DIBIAGGIO, Ludovic, ed, 1999, numéro special *Economie de la connaissance de la Revue d'économie industrielle*, n°2, 2ème trimestre 1999.
- EARL, Peter E., ed, 1988, *Psychological economics*, Boston: Kluwer academic publishers
- GARICANO, Luis, 2000, "Hierarchies and the organization of knowledge in production", *Journal of political economy*, vol 108, n°5, pp 874-904
- HAYEK, Friedrich v., 1945-1948, « The use in knowledge in society », *American economic review, repris in Individualism and economic order*, Chicago : The University of Chicago Press
- HAYEK, Friedrich v., 1952, *The counter-revolution of science, Studies on the abuse of reason*, The Free Press of Glencoe, Ill.
- HENDERSON, Rebecca M., and CLARK, Kim B., 1990, "Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms", *Administrative science quarterly*, vol. 35, pp 9-30.
- HOBDAY, Michael, 1998, "Product complexity, innovation and industrial organization", *Research policy*, vol. 26, pp 689-710
- JACOBIDES, Michael G., Thorbjorn KNUDSEN & Mie AUGIER, 2006, "Benefiting from innovation: Value creation, value appropriation and the role of industry architectures", *Research policy*, vol 35, pp. 1200-1221.

- KECHIDI, Med, 1996, « Coordination inter-entreprise et sous-traitance : le cas d'Aérospatiale », *Revue d'économie régionale et urbaine*, n°1
- LORENZ, Konrad, 1973, *Die Rückseite des Spiegels*, München: Piper & Co Verlag.
- MARCH, James G. 1991, "Exploration and exploitation in organizational learning", *Organization science*, vol. 2, pp. 71-86
- MARTIN, Stephen, eds. 1996, *The economics of offsets, Defense procurement and countertrade*, Amsterdam: Harwood academic publishers
- MENGER, Carl, 1871, *Grundsätze der Volkswirtschaftslehre*, Wien, Wilhelm Braumüller, 1871 ; réimpression (photo) Tübingen, JCB Mohr (Paul Siebeck), 1968 (in-8, 285 p).
- MENGER, Carl, 1883, *Untersuchungen über die Methode der Sozialwissenschaften und der politischen Ökonomie insbesondere*, Leipzig : Duncker und Humblot.
- MENGER, Carl, 1905(?), *Principii fondamentali di economia*, traduction italienne de Menger-1871, traducteurs non précisés, Imola : Cooperativa Tipografica Editrice Paolo Galeati.
- MENGER, Carl, 1909, *Principii fondamentali di economia*, traduction italienne de Menger-1871, traduit par Gavino Alivia et Broglio d'Ajano, sous la direction de Maffeo Pantaleoni, publié comme supplément au *Giornale degli Economisti*, (Pavia), 1906 et 1907, repris sous forme d'un volume unique en 1909 avec une préface de Maffeo Pantaleoni, Imola : ??.
- MENGER, Carl, 1923, *Grundsätze der Volkswirtschaftslehre*, sous la direction de Karl Menger, avec un avant-propos de Richard Schüller, Wien : Hölder-Pichler-Tempsky AG (in-8, 335 p).
- MENGER, Carl, 1925 (mars), *Principii fondamentali di economia politica*, traduction italienne de Menger-1923, traduit par Romolo Broglio d'Ajano et Nanni Bonelli, sous la direction et avec une préface de Maffeo Pantaleoni, Bari : Giuseppe Laterza et Figli, Tipografi-Editori-Librai.
- MENGER, Carl, 1996, *Sul metodo delle scienze sociale*, Macerata : LiberiLibri, nouvelle traduction italienne par Flavia Monceri, sous la direction de Raimondo Cubeddu.
- MILFORD, Karl, 1989, *Zu den Lösungsversuchen des Induktionsproblems und des Abgrenzungsproblems bei Carl Menger*, Wien : Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Veröffentlichung der Kommission für Sozial- und Wirtschaftswissenschaften.
- MILFORD, Karl, 1990, "Menger's methodology", (pp. 215-239) in Caldwell, Bruce J., ed., 1990, *Carl Menger and his legacy in economics, History of Political Economy*, Annual Supplement to volume 22, Durham and London, Duke University Press.
- MOLAS-GALLART, Jordi, 1996, "From offsets to industrial cooperation: Spain's changing strategies as arms importer", chapter 11 (pp 299-320) in MARTIN eds (1996)
- NELSON, Richard R. and Sidney WINTER, 1982, *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge: Harvard university press.
- NONAKA Ikujiro & David TEECE eds; (2001) *Managing industrial knowledge, creation, transfer and utilization*, London: Sage
- NONAKA, Ikujiro, TOYOMA R, BYOSIÈRE Ph. (2001), "A theory of organizational knowledge creation: understanding the dynamic process of creating knowledge", in Nonaka, I. et al. (eds) (2001), *Handbook of organizational learning and knowledge*, Oxford, Mass: Oxford university press.
- NOTTURNO, Mark A., 1985, *Objectivity, rationality and the third realm: Justification and the grounds of psychologism. A study of FREGE and POPPER*, Dordrecht: Martinus Nijhoff, Nijhoff International Philosophy Series volume 16, Kluwer Academic Publishers.
- PETRONI, Angelo M., 1991, « L'individualisme méthodologique », *Journal des économistes et des études humaines*, vol 2 n°1, mars 1991.

- PETRONI, Angelo M., 1992, « Le legs de Hayek », *Journal des économistes et des études humaines*, vol 3 n°4, décembre 1992.
- POPPER, Karl R., 1963 [1989], *Conjectures and refutations, The growth of scientific knowledge*, London: Routledge (5ème édition).
- POPPER, Karl R., 1972, *Objective knowledge*, Oxford UK : Oxford university press.
- POPPER, Karl R., 1979[1987], *I due problemi fondamentali della teoria della conoscenza*, Milano : Il Saggiatore
- POPPER, Karl R., 1981, *La quête inachevée, Autobiographie intellectuelle*, Paris : Calmann Levy (Presses Pocket).
- POPPER, Karl R., 1988, *Misère de l'historicisme*, Paris : Plon (Presses Pocket).
- POPPER, Karl R., 1994, *The myth of the framework, In defense of science and rationality*, London: Routledge, Michael NOTTURNO editor (dont en particulier le chapitre 8, “Models, instruments and truth”).
- POPPER, Karl R. and ECCLES, John C., 1977[1985], *The self and its brain*, corrected second edition, Berlin, New York, London: Springer Verlag.
- PRENCIPE, Andrea, 2000, “Breadth and depth of technological capabilities in CoPS: the case of the aircraft engine control system”, *Research policy*, vol. 29, pp 895-911
- PRENCIPE, Andrea, DAVIES A., HOBDAY Michael, 2005, *The business of systems integration*, Oxford : Oxford university press
- RADNITZKY, Gerard, and William W. BARTLEY (III) eds ; *Evolutionary epistemology, rationality and the sociology of knowledge*, La Salle, Ill., Open court.
- STEINMUELLER, W. Edward, 2002, “Networked knowledge and knowledge-based economies”, *International journal of social sciences*, vol 171 (march): 159-173
- SUGDEN, Robert, 1988-1989, « The evolution of the market », *Humane studies review*, vol]6 n°2 (winter).

2. Articles du thème 1: Méthodologies individualistes et explication en analyse économique

Articles cités :

- VERSAILLES, David W, 1998, « De la méthode critique en méthodologie », *Journal des économistes et des études humaines*, VIII, 1, mars 1998, pp. 155-62 ; recension de l'ouvrage de Lawrence A BOLAND, *Critical Economic Methodology, A personal Odyssey*, London : Routledge, (février 1997).
- VERSAILLES, David W., 1999, « La place de l'individualisme dans la théorie hayekienne de l'auto-organisation », *Cahiers d'économie politique*, n°35, automne 1999, pp. 63-88.
- SCHMIDT, Christian, et David W VERSAILLES, 1999, « Une théorie hayekienne de la connaissance économique ? », *Revue d'économie politique*, vol°109, n°6, nov-déc 1999, pp. 817-832.
- SCHMIDT, Christian, et David W VERSAILLES, 2000, « Friedrich Hayek vs. Karl Popper : Éléments pour un débat sur la connaissance économique », *Revue de philosophie économique*, vol°1 n°2, pp. 111-139.
- VERSAILLES, David W., 2006, « Subjectivisme économique, figures du besoin et de l'utilité marginale à travers les éditions des *Grundsätze* (1871-1923) de Carl Menger », *Cahiers d'économie politique*, n°51, décembre, pp. 91-108.
- VERSAILLES, David W, 2008, « Knowledge, beliefs and economics », **sous presse**, à paraître dans *Economica*, recension de l'ouvrage dirigé par Richard ARENA and Agnès FESTRÉ, *Knowledge, beliefs and economics*, London : Edward Elgar, (octobre 2006).

**A. JEEH, VIII-1, Recension de Boland,
Critical economic methodology, 1998**

Références :

- VERSAILLES, David W, 1998, « De la méthode critique en méthodologie », *Journal des économistes et des études humaines*, VIII, 1, mars 1998, pp. 155-62 ; recension de l'ouvrage de Lawrence A BOLAND, *Critical Economic Methodology, A personal Odyssey*, London : Routledge, (février 1997).

Résumé : Dans cet ouvrage, Lawrence Boland développe à la fois une analyse détaillée de la pensée méthodologique de Karl Popper pour les sciences en général et les sciences humaines et sociales en particulier, et une réflexion rétrospective sur sa propre pratique d'économiste. Il souligne les points faibles d'une recherche en méthodologie qui perdrait de vue qu'elle vise à servir (jamais à protéger) une recherche en analyse économique et insiste sur les aspects logiques de la recherche scientifique qui guident le chercheur. Boland propose une convergence entre méthodologie (*comment* on acquiert la connaissance) et épistémologie (quelle est la *nature* de la connaissance) qui se traduit par un double rejet des références inductive-sensualiste (*Je sais...*) et conventionnaliste (*Nous savons...*).

Abstract: In his book, Lawrence Boland develops a detailed analysis of Karl Popper's contribution in the methodology of sciences and, more specifically, of the social sciences. He also provides a retrospective inquiry on his own experience as an economist. Boland specifies the weaknesses of a research in methodology which would forget that it is intended to serve (yet not to protect) research in economics. He insists on the logical aspects available as guide lines for the researcher. Boland proposes a convergence between methodology (*how* knowledge is acquired) and epistemology (what is the very *nature* of knowledge) which ends in the recusation of inductive-sensualist (*I know...*) and conventionalist (*We know...*) references.

Keywords: Popper, methodology, epistemology, induction, conventionalism

Un économiste héritier de Karl Popper²

L'odyssée que raconte Lawrence A. BOLAND est celle d'un économiste qui a un regard critique sur sa pratique scientifique. Il n'a pas écrit dans cet ouvrage sa biographie intellectuelle. Alors même que la méthodologie (re)devient peu à peu un domaine acceptable et reconnu de la science économique dite "académique", BOLAND est rejeté par ceux-là mêmes qui en sont devenus les méthodologues et philosophes "représentatifs". Vraisemblablement parce qu'il se revendique lui-même comme économiste et non pas comme méthodologue. Le lecteur sera surpris par le recul apparent, l'attitude presque désabusée de l'auteur. Dans cet ouvrage, BOLAND ne règle aucun compte, il informe et explique sa position. Le lecteur comprendra qu'il s'est d'une certaine façon résigné à l'incompréhension volontaire des spécialistes auto-proclamés de la discipline, et qu'il laisse aujourd'hui une trace pour que les scientifiques puissent juger par eux-mêmes et passer outre. Sans pour autant régler le moindre compte personnel ni jamais sombrer dans quelque attaque *ad hominem*, BOLAND donne sa version des événements qui ont jalonné le microcosme de la méthodologie de la science économique depuis la fin des années 1970. Il ne dépasse jamais le cadre scientifique et n'introduit rien de personnel. La distribution de ses critiques est généreuse et systématique. Tout en restant sérieux et grave, BOLAND se permet quelques traits d'humour qui ne sont efficaces aux dépens de personne. Le verbe est simple. L'exposé des arguments est précis et se limite toujours au fond théorique, qu'il appartienne à la philosophie des sciences ou à la science économique.

Le message central de BOLAND en faveur de la pensée de POPPER est vigoureusement annoncé dès l'introduction, il constitue un leitmotiv théorique répété à chaque instant. BOLAND est un élève de Joseph AGASSI. Il est un Popperien qui a lu POPPER, qui ne s'est jamais contenté ni satisfait du "*cartoon strip*" (140) réducteur et malhonnête qu'en a fait Imre LAKATOS (voir le chapitre 20). Dans ce livre, BOLAND travaille comme un méthodologue qui se préoccupe de ce qu'il peut apporter à sa recherche d'économiste. L'objet de sa recherche n'est pas le raffinement de quelque étape absconse en philosophie des sciences qu'aurait manquée POPPER. Le problème traité est tout à la fois plus modeste et plus stratégique, et BOLAND est d'ailleurs assez clairvoyant pour préciser que POPPER n'a aucunement besoin d'un avocat (59). BOLAND traite du schisme théorique profond entre la méthodologie Popperienne telle qu'elle est comprise et discutée parmi les "*mainstream methodologists*", et ce que POPPER a réellement dit ou écrit. A chaque conclusion partielle ou à la fin de chaque chapitre, on retrouve toujours ce schisme comme cause ultime à la fois du manque de pertinence pour les économistes du problème traité par les méthodologues et, sur un plan différent, de l'incompréhension de l'attitude personnelle de BOLAND parmi les méthodologues. Pour paraphraser le titre de LEIJONHUFVUD, cette somme d'articles pourrait s'intituler à juste titre "*De la philosophie de POPPER et de la méthodologie Popperienne*", qui recouvre l'opposition entre le *POPPER populaire* et le *POPPER socratique* (*sic* les titres du chapitre 20) à laquelle l'auteur fait référence. Tout au long de son oeuvre, POPPER a insisté sur le rôle critique de la rationalité individuelle. Les méthodologues "Popperiens" ont fabriqué à la suite de LAKATOS une construction où la

² Je tiens à remercier les Pr. Gérard BRAMOULLÉ, Robert NADEAU et Gerard RADNITZKY pour leurs conseils et remarques. Toute erreur demeure évidemment de mon fait.

falsifiabilité est le pivot d'un processus méthodologique assurant le succès et le progrès de la recherche scientifique, en oubliant tout le contexte philosophique et logique auquel s'adosse POPPER. Avec la version Lakatosienne de POPPER, nous sommes face à une déformation "*that makes criticism a spicy sauce rather than the meat of the discussion*" (xi).

L'ouvrage est composé d'une vingtaine d'essais regroupés en cinq parties.

Les deux premières sont centrées autour de deux articles fondamentaux de BOLAND, d'une part son commentaire [JEL 1979] de l'article de FRIEDMAN sur la "*Méthodologie de l'Economie Positive*" [1953], d'autre part son article sur le statut de l'hypothèse de maximisation néoclassique [AER 1981]. Dans chacune de ces parties, BOLAND explique d'abord la genèse de l'article et expose le contexte de sa parution. Ensuite, après la reproduction de l'article (où seule la mise en forme change pour des raisons évidentes d'homogénéisation de l'ensemble), BOLAND répond précisément aux critiques qui lui ont été formulées. Ce travail sera précieux pour tous ceux qui ont travaillé les articles de 1979 et 1981, et y ont frotté leur esprit critique d'économiste. Pour les autres, le message de BOLAND est réexposé avec une grande précision, ne négligeant aucun des détails de raisonnement que des contraintes de forme avaient obérés pour les publications dans *l'American Economic Review* ou le *Journal of Economic Literature*.

Les trois parties qui suivent reprennent et développent de façon plus systématique les arguments déjà évoqués. La partie III concerne la critique des méthodes de la méthodologie économique. La partie IV se concentre sur la critique des méthodes de l'analyse économique. La partie V cherche à comprendre la relation qui peut exister entre POPPER et la méthodologie économique. Avec chacune de ces parties, BOLAND approfondit un problème précis qu'ont largement perdu de vue les méthodologues qui pratiquent la méthodologie pour elle-même. S'il développe l'anti-justificationnisme, l'anti-conventionnalisme et l'anti-inductivisme qui font l'unité de la pensée Popperienne en philosophie, c'est pour montrer comment la démarche de l'économiste peut en être modifiée par le déblocage de certains problèmes. Il n'appartient pas à un tel commentaire de revenir en détails sur les exemples que donne BOLAND dans la section IV. On se bornera à lister les têtes de quelques chapitres : l'individualisme et le problème de la rationalité, la notion d'équilibre, le traitement du temps et la dynamique néo-classique, la prétendue objectivité issue de la neutralité axiologique (l'économie "*wertfrei*" ou "*value-free*"), la modélisation mathématique. Jamais BOLAND ne rejette de façon abrupte les problèmes, les considérant en bloc et leur apportant une réponse philosophique décalée par rapport aux préoccupations de l'économiste. Toujours il désigne les voies de garage auxquelles l'économiste parvient inéluctablement à cause de certaines incohérences logiques entre des hypothèses qui se révèlent, *in fine*, incompatibles.

Méthodologie, méthode, logique et analyse économique

Le véritable enjeu de cet ouvrage est de réfléchir sur la place que doit prendre la méthodologie de la science économique. Non sans humour, BOLAND nous rappelle que la méthodologie n'est un peu moins marginalisée que depuis les années 1980 ; l'analyse de la position spécifique des méthodologues par rapport au *mainstream* était déjà l'objet de l'introduction et l'épilogue de son ouvrage de 1989, qui était consacré à l'analyse spécifique

des *Fondements* de SAMUELSON, interprétés comme une contribution talentueuse et efficace de méthodologie économique. Quand elle n'était qu'une affaire cachée limitée à quelques spécialistes fous, la méthodologie restait une "titillation sans substance" (page 2). Depuis qu'elle s'est portée au milieu de la place publique et s'étale en pleine lumière, la méthodologie est regardée comme un gaspillage pornographique (*sic, ibid*) de capacités intellectuelles qui n'a réussi qu'à convaincre de son caractère rébarbatif et terne (*ibid*). Elle ne parvient même plus à titiller. Pour BOLAND, en 1989 dans *The methodology of economic model building* (1989, pp. 173 et ss), la cause est entendue et toute l'explication réside dans un choix méthodologique unique fait par SAMUELSON et auquel adhèrent tous les économistes du *mainstream*. Le choix est fait et tout discours serait vain. En 1997, la position de BOLAND change dans la forme et se nuance : la faute revient aux méthodologues eux-mêmes qui ne font pas l'effort d'aller vers l'économiste, d'aller à son aide pour participer à sa recherche. Le personnage central est toujours, de fait, l'économiste du *mainstream* qui est l'objet de toutes les stratégies de séduction puisqu'il détient les clés de la carrière académique, celles des budgets de recherche et de la reconnaissance sociale. La thèse de BOLAND sur ce point est simple : ceux qui font de la méthodologie, ne pouvant pas entrer dans le système existant, se sont créés le leur. Mais ces méthodologues ne réalisent pas qu'ils ont, ce faisant, encore plus marginalisé la matière en faisant perdre de vue la pertinence de ce qu'elle pouvait apporter à la recherche scientifique en économie. Si la méthodologie de la science économique est utile un jour à quelqu'un, ce ne sera qu'à un économiste. Aujourd'hui, le marché scientifique de la méthodologie existe de façon autonome et des revues scientifiques spécialisées se partagent les nombreux articles de méthodologie qui paraissent chaque année. Mais cette production ne s'adresse pas à l'économiste. D'ailleurs les articles de méthodologie dans les revues du *mainstream* sont devenus rarissimes. Depuis les années 1970 qui ont vu décoller ce phénomène, la méthodologie est affaire de méthodologues pour d'autres méthodologues, qui traitent de problèmes qui ne peuvent intéresser que des méthodologues. On en compte trois familles. Les historiens de la pensée qui écrivent sur la méthodologie des économistes morts et "les influences causales" entre textes et auteurs. Les philosophes de l'économie qui se préoccupent de savoir si l'économie est une science. Enfin les méthodologues traditionnels qui se préoccupent du caractère réaliste des hypothèses, ou quand il ne l'est pas, de la meilleure façon dont on peut manipuler théoriquement des hypothèses irréalistes. Fondamentalement, cela ne peut intéresser l'économiste. Comme le dit Bruce CALDWELL (1990, 66) personne n'étudie la théologie ou la sociologie des religions pour devenir plus religieux. On entreprend cette étude pour mieux comprendre les phénomènes religieux. Il en est de même pour la méthodologie et la science économique. BOLAND passe donc la recherche en méthodologie au crible de deux questions rudimentaires, mais qui permettent de faire très vite le tri dans la littérature. Pourquoi le problème est-il pertinent pour l'économiste ? Qu'apportent les développements pour dépasser le problème initial et faire avancer la recherche ?

A ces deux questions fondamentales, auxquelles les étudiants de premier cycle en sciences économiques font déjà référence pour rédiger les introductions de leurs dissertations, on apporte des réponses qui ne sont pas flatteuses pour les méthodologues de l'économie. Il ne faut pas ici conclure que la méthodologie n'est d'aucune aide pour l'économiste, mais se placer dans une autre perspective et expliquer qu'il y a plus à faire que ce qui est fait aujourd'hui. BOLAND d'évidence se place du côté de l'économiste mais conserve sa

compétence en matière de philosophie des sciences. On retrouve souvent en économie la référence à des problèmes philosophiques fondamentaux, qui sont présentés comme résolus depuis longtemps alors qu'en fait ils constituent toujours l'actualité brûlante de la recherche philosophique. BOLAND sait aussi qu'on constate des débats récurrents sur des problèmes mineurs résolus depuis longtemps en philosophie. Une faille s'ouvre ainsi, que la méthodologie et la philosophie des sciences pourraient combler au bénéfice conjoint et réciproque des économistes et des méthodologues. Qu'on prenne simplement quelques exemples. Depuis la révolution marginaliste dans les années 1870, la notion de rationalité est au centre des descriptions de l'individu en économie. Peu d'auteurs font le lien avec la recherche philosophique. Certaines écoles comme les Autrichiens en ont fait leur originalité, mais tous les économistes se rattachent consciemment ou non à une "tradition" philosophique. Peu d'entre eux en ont conscience et explicitent les limites qu'elles induisent dans leurs raisonnements d'économistes. Dans un autre domaine de la compétence philosophique, l'article de BOLAND sur l'hypothèse de maximisation néo-classique [1981] fonde sa première partie sur la notion de tautologie et illustre à ce propos l'inculture de certains économistes. La définition de la tautologie ne se fonde que sur son caractère logique interne : la forme de la tautologie interdit même de penser à formuler un contre-exemple. De façon courante, l'économiste qui qualifie une proposition de tautologique pense à bon droit avoir le choix de faire une interprétation qui lui permettrait d'*identifier volontairement* cette proposition à une tautologie, sans voir que cette qualification est imposée par la logique. BOLAND cite des articles qui méconnaissent ce caractère logique (71-3). L'édifice théorique de ces auteurs s'écroule alors, quand bien même leur référence extra-économique n'était pas strictement indispensable à leur propos économique. L'injonction de BOLAND s'éclaire alors sous un autre jour. Elle devient d'autant plus acceptable par les philosophes car elle respecte l'intégrité de leur propre domaine. "*My advice is that they should stop talking about methodology and start doing it.*" (278) dit BOLAND des méthodologues. Une très petite niche existe certes pour ceux qui partent de l'économie pour se concentrer sur des problèmes stricts de philosophie des sciences. Il y a une place bien plus large pour ceux qui vont faire réellement oeuvre pluridisciplinaire. Les explications et les traductions du raisonnement et de la littérature des philosophes ne vont pas apporter de toutes pièces une méthode aux économistes, ils en ont déjà une. Mais en marchant dans les chaussures de l'économiste, le méthodologue pourra aider à régler quelques problèmes que la philosophie a déjà traités autrement.

Le domaine des prescriptions méthodologiques est un parfait exemple de sujet sur lequel les économistes ignorent l'actualité de la recherche en philosophie des sciences. Cela nécessite quelques développements plus précis. Sur ce sujet, face à la richesse des débats philosophiques, la pauvreté des références par les économistes est patente. La référence majeure des méthodologues va à KUHN et LAKATOS. BOLAND explique ses griefs contre cette approche dans les chapitres 3, 7, 20, et dans toute la troisième partie. KUHN se concentre sur la notion de révolution scientifique, mais celle-ci n'intervient que rarement et la science "normale" prévaut largement, elle se pérennise sous la forme de paradigmes. LAKATOS parle de "noyaux durs" et de "ceintures protectrices", la pratique de la méthodologie qu'il décrit ne fait référence au progrès scientifique que sous la forme d'une concurrence entre des théories que chacun cherche à protéger sans que quiconque puisse les départager. Même si les termes sont plus séduisants et paraissent plus opérationnels chez LAKATOS, ces méthodologies expliquent la stabilité de la science. Toutes deux

renvoient à ce que POPPER appelle le "conventionnalisme", auquel CALDWELL fait référence sous le terme de "positivisme" et que MCCLOSKEY défend comme le "modernisme". Le conventionnalisme dit simplement que l'accord sur la notion de vérité ou de fausseté d'une proposition scientifique est la conséquence d'une convention. On en trouve des exemples dans les critères d'évaluation listés par CALDWELL pour évaluer une théorie : la simplicité, la généralité, l'élégance mathématique, la plausibilité sont parmi les éléments d'un éventail de critères qui ne servent jamais à dire si une théorie est vraie ou fausse, mais si une théorie est meilleure ou plus mauvaise qu'une autre. Il n'existe pas de super-critère qui permette de les fédérer, qui "fonctionne" dans tous les cas. Cette approche en méthodologie conduit à une régression à l'infini dans un méta-niveau, que les épistémologues comme RADNITZKY désignent sous le terme de justificationnisme (*Begründungsphilosophie*). Toute liste de critères connaît des supporters et des détracteurs. L'idée que nous devons évaluer les théories plutôt que les critiquer semble ouvrir à plus de civilités et de tolérance entre scientifiques qui sinon s'enfermeraient dans des controverses dispendieuses en énergie et toujours stériles. Les avocats de cette "méthodologie" ne voient malheureusement pas que ce point est incohérent : dire que toute théorie n'est ni vraie ni fausse n'est rien d'autre qu'une théorie alternative dont on impose le statut de vérité aux dépens de toutes les autres. A ce titre, d'ailleurs, les combats critiques en matière de science se reportent sur le choix des critères méthodologiques qui permettent d'évaluer cette même démarche scientifique, avec encore plus de controverses et de vigueur. Aux deux niveaux, celui de l'évaluation comme celui du choix du critère d'évaluation, BOLAND et les Popperiens expliquent que le conventionnalisme procède d'une démarche inductive.

La méthodologie comme logique de la découverte scientifique.

Dans son chapitre 8, BOLAND propose quelques éléments d'une théorie et d'une pratique de la méthodologie économique qui se démarque de l'induction (92). Sa conclusion revient à présenter une démarche scientifique qui ne soit pas liée à une méthodologie prescriptive de la recherche. Sa conclusion est simple : la seule issue est dans la démarche critique, qui se fonde sur la critique interne. BOLAND ne fait que présenter ensemble les éléments déjà parus dans les ouvrages qu'il a publiés depuis les années 1980. Pour cela il décortique les arguments qui ont conduit à la méthodologie conventionnaliste.

Les prémisses de base sont simples et font référence aux idées de BACON. La Vérité (fausseté) est intrinsèquement liée aux manifestations de la Nature (ce que BOLAND désigne par la théorie du "*Manifest Truth*", c'est la prémisse 1). L'erreur est un péché (*sin*) commis par l'individu qui cherche à connaître (prémisse 2). Comme la connaissance humaine est forcément subjective, le problème est donc de parvenir à une connaissance objective. Le contexte de la justification est ainsi posé, mais dans des termes qui rendent le problème insoluble. Progressivement on y introduit la psychologie du sujet connaissant : le problème de la connaissance devient le problème de la connaissance de l'esprit de celui qui connaît. L'étape est franchie pour parvenir au sensualisme lorsqu'on ajoute que toute connaissance provient forcément des sens. On est alors passé à une sorte de fusion entre méthodologie (*comment* on acquiert la connaissance) et épistémologie (le problème de la *nature* de la connaissance). La notion de Vérité du débat sur la scientificité est remplacée par des notions plus floues qui sont issues de l'expérience sensuelle ou existentielle de

l'individu. Pour ceux qui veulent sortir de cette alternative sans en récuser les fondements, il n'y a alors que deux options. Si l'on récuse le sensualisme tout en maintenant l'idée de Vérité Naturelle, on devient aprioriste (103). Si l'on retient le sensualisme en supprimant la Vérité Naturelle, on devient conventionnaliste. Dans les deux cas la faille est la même : l'induction. Pour parvenir à une méthodologie qui ne soit ni inductive-sensualiste (*Je sais...*) ni conventionnaliste (*Nous savons...*), il n'y a qu'une seule solution qui consiste à séparer l'explication de la connaissance de l'explication du processus de connaître. Cette démarche rejette toute forme d'induction, quel que soit son niveau. Avant BOLAND, elle a été développée par POPPER et AGASSI. Mais il faut aller plus loin que la simple référence à l'attitude critique (ou socratique ainsi que la désigne BOLAND) car en un sens, on laisse croire que la porte du relativisme est entrouverte alors qu'elle est toujours demeurée fermée. Dire comme POPPER qu'il est impossible de justifier les croyances de quelqu'un ne veut pas dire pour autant que trouver une alternative pertinente à cette question soit nécessaire pour la dépasser (265). La démarche scientifique est basée sur un rationalisme critique non-justificationniste, ce qui signifie aussi que la théorie de la connaissance objective Popperienne est affranchie du Trilemme de FRIES.

"The provocative things that I may have said will undoubtedly yield criticism from my friends and foes alike. I welcome the criticism. I hope we all learn by it." (x). Ce sont les mots qu'utilise BOLAND pour conclure la préface à son livre. Ils sont la marque d'un optimisme évident. Tout au long de son ouvrage, BOLAND ne dédaigne pas revenir sur les controverses internes et démontrer que la méthodologie des CALDWELL, BLAUG et autres MCCLOSKEY est vaine. Mais au lieu de développer de vastes théories strictement méthodologiques, toujours BOLAND se concentre sur la réalité de la recherche économique et sur la solution à des problèmes économiques.

Bibliographie

- BOLAND, Lawrence A., 1979, "A critique of FRIEDMAN 's critics", *Journal of Economic Literature*, volume 17, pp 503-22.
- BOLAND, Lawrence A., 1981, "On the futility of criticizing the neoclassical maximization hypothesis", *American Economic Review*, volume 71, pp 1031-6.
- BOLAND, Lawrence A., 1989, *The methodology of economic model building, Methodology after SAMUELSON*, London & New York, Routledge, paperback 1991.
- BOLAND, Lawrence A., 1992, *The principles of economics : some lies my teachers told me*, London and New York, Routledge.
- CALDWELL, Bruce J., 1990, "Does methodology matter ? How should it be practiced ?", *Finnish Economic Papers*, volume 3, pp 64-71.
- FRIEDMAN, Milton, 1953, "The methodology of positive economics", in *Essays in positive economics*, Chicago, University of Chicago Press , pp 3-43; traduction française "La méthodologie de l'économie positive", chapitre I in *Essais d'économie positive*, traduction par Guy MILLIÈRE, Paris, Litec, collection Libéralia, 1995, pp 3-33.
- POPPER, Karl R., 1972, *Objective knowledge*, Oxford : Oxford University Press ; traduction française par Jean-Jacques ROSAT sous le titre *La connaissance objective*, Paris : Aubier, 1991.
- RADNITZKY, Gerard, 1987, *Entre WITTGENSTEIN et POPPER, Détours vers la découverte, le vrai, le faux, l'hypothèse*, Paris : Vrin collection Reprise (Articles des années 1974-1987 repris de *Archives de Philosophie*.)
- SAMUELSON, Paul A., 1947, *Foundations of Economic Analysis*, New York, Atheneum (reprint 1965), *Les fondements de l'analyse économique*, traduction française annotée par Georges GAUDOT, en deux tomes (Tome I : *Théories de l'équilibre et principales fonctions économiques* ; Tome II : *Stabilité des systèmes et théorie dynamique*), Paris, Gauthier Villars éditeurs, collection "Techniques Economiques Modernes", série Analyse Economique, 1971.
- VERSAILLES, David W., 1998, *Subjectivisme et science économique, L'apport de l'épistémologie popperienne à la démarcation entre économie et psychologie*, Thèse pour le doctorat de l'Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix Marseille, mention Sciences Economiques, sous la direction du Pr. Gérard BRAMOULLÉ, Centre d'Analyse Economique, Aix en Provence, février 1998.

**B. CEP, 1999,
“La place de l’individualisme
dans la théorie hayekienne ...”**

Références :

- VERSAILLES, David W., 1999, « La place de l’individualisme dans la théorie hayekienne de l’auto-organisation », *Cahiers d’économie politique*, n°35, automne 1999, pp. 63-88. A noter que cet article est repris dans le même volume des Cahiers sous deux titres différents. Le titre retenu ici est celui porté dans le sommaire, alors que l’article est intitulé « Evolution, individualisme et auto-organisation chez Hayek » à la page 63 du volume.

RÉSUMÉ: Hayek définit que l’ordre spontané et l’évolution sont des concepts jumeaux. La critique de la théorie hayekienne de l’évolution culturelle se limite d’ordinaire à exposer que Hayek a adopté une méthodologie holiste pour défendre l’ordre spontané et le libéralisme politique. Ce travail explique que le biais est plus insidieux : il provient de l’orientation historiciste qui contraint l’individualisme par la référence à l’auto-organisation. La démarche hayekienne porte sur le rapport entre structure et évolution, considéré comme une double explication du comportement individuel et de l’existence de règles sociales spécifiques. Hayek est conduit à oublier que son acteur est toujours l’individu subjectif, mais il n’est pas possible d’utiliser son argument contre l’individualisme méthodologique quand bien même le Hayek de la théorie de l’évolution est bien plus individualiste en ontologie qu’en méthode. La simple suppression du biais prescriptif en faveur des systèmes auto-organisés permet de reformuler la pensée de Hayek dans un contexte cognitif totalement cohérent. Malheureusement pour Hayek, on en devient alors popperien.

ABSTRACT: Hayek defines evolution and spontaneous order as twin ideas. Criticizing his cultural evolutionism is ordinary limited to explain that Hayek adopted a holist methodology in order to advocate in favor of the political aspects of classical liberalism and spontaneous order. This research explains that the bias is more subtle. The historicist tension in favor of spontaneous order introduces constraints for individualism. The Hayekian program deals with the relationship between structure and evolution, considered both as an explanation of the individual behavior and as an explanation of a specific set of (social) rules. The later issue raises a tension against the individual methodology itself. Removing the prescriptive advocacy of self-organized systems provides us with a consistent framework centered on the individual cognition. Unfortunately for Hayek, one who adopts it turns a Popperian evolutionary epistemologist.

KEYWORDS: Hayek, Popper, evolution, spontaneous order, individualism.

L'originalité de la théorie de Hayek réside dans l'articulation de la théorie cognitive et de la théorie sociale. La théorie sociale fait le lien entre droit et économie. Elle occupe l'essentiel de la triade *Droit, Législation et Liberté*. La théorie cognitive est exposée plus succinctement dans ces ouvrages, mais elle est présente dans l'œuvre de Hayek dès le début de ses travaux économiques. Elle constitue le point de départ de ses recherches en psychologie et ressurgit dans la *Fatal Conceit* comme un argument prépondérant. La théorie de l'évolution culturelle constitue le nœud théorique qui permet finalement au Nobel autrichien d'articuler les aspects sociaux et cognitifs de sa théorie.

Hayek se réclame d'un individualiste méthodologique, successeur et héritier de la méthode compositive de Carl Menger. Le point litigieux réside dans la possibilité de trouver une cohérence analytique entre l'individualisme revendiqué par Hayek et l'utilisation qu'il en fait dans son analyse évolutionniste. Les commentateurs exposent de façon presque unanime que Hayek a failli à sa méthodologie individualiste pour adopter le holisme qu'il avait tant critiqué. Ce travail entend nuancer cette position abrupte et exposer que la faille analytique ne provient pas de la référence à l'évolution, mais de l'articulation entre l'argument évolutionniste et la référence à l'auto-organisation. Hayek a présenté l'évolution et l'ordre spontané comme des concepts « jumeaux » : l'individualisme hayekien s'accommode mal d'être absorbé dans un cadre évolutionniste défendant l'auto-organisation d'une façon aussi explicite.

« Ce livre [*La Présomption Fatale*] soutient que notre civilisation dépend non seulement pour son origine, mais aussi pour sa survie, de ce qui ne peut être précisément décrit que comme l'ordre étendu de la coopération humaine, un ordre plus largement connu, même si le terme prête à confusion, sous le nom de capitalisme. Si nous voulons comprendre notre civilisation, il nous faut discerner que l'ordre étendu n'est pas né d'une intention ou d'une décision humaine, mais d'un processus spontané : il est le fruit d'une conformation non intentionnelle à certaines pratiques traditionnelles, et de caractère globalement *moral*³, que les hommes tendaient à rejeter et à ne pas comprendre - et dont ils ne pouvaient prouver la validité, mais qui se sont néanmoins assez rapidement répandues par le biais d'une sélection évolutive (l'accroissement comparatif de populations et de richesses) des groupes qui s'y sont pliés. L'adoption non volontaire, réticente, et parfois douloureuse de ces pratiques a maintenu la cohésion des groupes concernés, a facilité leur accès à des informations précieuses de toutes sortes, et leur a permis de « croître, de se multiplier, de peupler la terre et de la soumettre » (Genèse, 1, 28). Ce processus est peut-être la facette la plus mal évaluée de l'évolution humaine. » (Hayek, 1991 : 11, premier paragraphe).

La référence aux théories de l'évolution nécessite d'en reconsidérer la transposition aux sciences sociales et à l'économie en particulier. Dire que l'économie, ou que toute analyse du comportement humain, est une théorie de l'évolution (Kresge, 1994 : 31) fait avant tout ressortir la nécessité de discuter sur le plan théorique le mécanisme de cette évolution, ainsi que son objet. Witt (1992b, 3) note la difficulté de mener à bien une typologie des

³ Italiques dans le texte original.

différentes idées évolutionnistes appliquées aux sciences, naturelles ou sociales. Le concept d'évolution est très vague : son utilisation renvoie tout autant à la prise en compte du passage du temps qu'à l'idée d'une nouveauté.

La théorie de Hayek recourt au critère évolutionniste d'une part pour rendre compte de la dynamique du processus de coordination sociale en se démarquant du concept d'équilibre, et d'autre part pour marquer la cohérence de cette évolution avec une explication strictement endogène des valeurs morales et éthiques de l'individu. Plus généralement, la critique de la théorie évolutionniste hayekienne révèle les tensions existant entre la notion d'ordre spontané et les développements normatifs d'une théorie sociale qui fait référence à la liberté individuelle : quelle place accorder à l'individu dans l'analyse ? L'individualisme méthodologique est-il cohérent avec l'évolutionnisme hayekien ? Ce travail va d'abord clarifier la question abordée par Hayek dans *Fatal Conceit*, qui constitue en quelque sorte son testament scientifique et politique, pour détailler ensuite la place et le statut de l'argument évolutionniste dans sa pensée. Les deux dernières sections envisageront les applications du mécanisme évolutionniste aux explications du niveau agrégé, puis du comportement individuel.

Cognition et évolution dans *Fatal Conceit*

La théorie évolutionniste de Hayek retient les deux hypothèses suivantes :

- 1- chaque groupe humain se caractérise et se reconnaît des autres par les règles de conduite que ses membres respectent ;
- 2- la sélection naturelle opère sur les groupes selon un critère de prospérité (qui se traduit *in fine* par des disparités démographiques).

A première vue, la théorie énoncée par Hayek ressemble fort à une simple constatation du passage du temps. Le temps passe, le scientifique constate rétrospectivement que le comportement des individus dans le groupe leur a apporté le succès (*i.e.* la survie). En toute logique, il est possible d'en déduire le succès du groupe ou des options retenues par les individus qui composent le groupe. Peu importe ici que le raisonnement soit cohérent avec la méthodologie individualiste ou holiste, l'argumentation demeure tautologique. Pour reprendre les termes de Karl Popper (1965), il s'agit d'un « truisme logique » qui associe l'évolution au changement sans en analyser le contenu ou les raisons.

Une analyse individualiste méthodologique de l'évolution nécessite de revenir aux éléments individuels qui composent le passage du temps. C'est dans ce sens que la théorie autrichienne renvoie (*zurückführt*⁴) aux déterminants cognitifs de la démarche individuelle. Rizzo et O'Driscoll ont défini cette notion de temps par l'adjectif « réel », marquant par là que la subjectivité des agents économiques prime dans l'analyse. Comme ils l'écrivent, « *time cannot pass without agents learning* » (1985, 54), le passage du temps est indissociable d'effets d'apprentissage. Dans le temps que les Autrichiens désignent désormais comme « newtonien », le passage du temps est associé à l'application d'une échelle de mesure qui ne fait aucune référence aux phénomènes cognitifs individuels dans la description des événements économiques.

⁴ C'est le fond de la méthode compositive de Carl Menger.

Le lecteur de Hayek ne sera pas surpris de cette référence au cognitif car c'est un point récurrent depuis les textes de jeunesse de l'auteur, tant en psychologie qu'en économie. Les deux matières concourent à l'explication de la complexité dans le cadre général des arguments sur l'ordre spontané. L'analyse des sciences sociales que développent les Autrichiens se nourrit de leur thèse sur la complexité des phénomènes sociaux. Hayek expose que le degré de complexité auquel doit faire face le spécialiste des sciences sociales est plus grand que celui qui prévaut pour les phénomènes naturels. L'argument est ontologique : la diversité des explications possibles en sciences sociales provient de ce qu'aucun esprit humain ne pourra jamais embrasser la totalité des variables pertinentes possibles d'une science sociale (Hayek, 1955, section V ; 1964, 40).

Les développements de Hayek en méthodologie des sciences sociales sont d'ordinaire rapprochés de la démarche de Popper. Or, il semble que leurs conclusions soient opposées. Pour Hayek, le recours aux explications en principe repose sur l'impossibilité d'appréhender la totalité des variables des sciences sociales à partir d'un seul esprit humain, ou depuis une seule matière. Toute autre entreprise relève d'une vanité fatale, ce qui est une des traductions possibles pour le titre de l'ouvrage *Fatal Conceit*. Pour Popper en revanche (1944, 1984), les sciences humaines sont réputées plus simples que les sciences de la matière, car le scientifique peut toujours y inclure un argument sur la rationalité individuelle qui permet de simplifier l'analyse. Les conclusions des deux auteurs sont opposées en apparence, mais elles mettent en exergue un point plus fondamental du raisonnement des auteurs : le raisonnement de Hayek repose sur le subjectivisme de Carl Menger, où il est rejoint par les raisonnements de Karl Popper sur la psychologie. Les deux auteurs, Popper et Hayek, manifestent la même opposition virulente au rationalisme cartésien de pouvoir reconstruire la morale, les coutumes et les lois à partir d'une table rase, ce qui tend à en faire les deux faces d'une même médaille⁵.

La comparaison entre ces raisonnements permet de préciser un point méthodologique important à partir des définitions de la complexité et de la coordination. Hayek et Popper refusent le constructivisme car il leur semble faire du débat sur les ordres spontanés une question technique⁶. Le scientifique ne peut pas reconstruire le social à cause d'une impossibilité technique au sens où, par exemple, il serait impossible à un chat de traverser l'océan Atlantique à la nage (Polanyi, 1948, 164). L'impossibilité de reconstruire le social est *logique*, et sur ce point Hayek et Popper convergent sans réserve. La complexité repose sur une véritable frontière épistémologique qui prend sa source dans la dispersion, spatiale et temporelle, de la connaissance que peuvent détenir les agents. C'est le cœur de la position de Hayek dans le débat sur le planisme (cf. Caldwell 1997 : 1865-6 ; 1872-3). La complexité relève de ce que Hayek désigne comme une « *knowledge how* » ; elle ne peut

⁵ L'opposition entre les deux auteurs repose sur une contradiction en catégories : les arguments de Popper et Hayek convergent en ontologie seulement. L'argumentation de Popper est totalement cohérente entre les niveaux méthodologiques, épistémologiques et ontologiques, alors que celle de Hayek pêche par la cohérence externe entre ces différents niveaux. Pour une discussion systématique des divergences entre les méthodologies de Hayek et Popper, voir Schmidt et Versailles, 1999.

⁶ En 1967, soit quelques décennies après la « fin » du débat sur le planisme, Oskar Lange écrivait « Were I to rewrite my essay today my task would be much simpler. My answer to Hayek and Robbins would be : so what's the trouble ? Let us put the simultaneous equations on an electronic computer and we shall obtain the solution in less than a second. » (Lange, 1967 : 158). Cette discussion est développée in Caldwell, 1997 : 1864 et sq.

jamais se résoudre en complication, ordre pensable et applicable, car cela la réduirait à une « *knowledge that* » (Hayek 1945-1948 : 80 ; 1968-1978 : 38). Les procédés de l'ingénieur sont par nature inapplicables, et ce fait donne leur nature spécifique aux phénomènes sociaux. La complexité, dans ce sens, est indissociable de la liberté des agents économiques. Pour poursuivre dans l'argumentation, ce développement reprend la problématique de l'indéterminisme et s'adosse à une position commune aux Autrichiens et aux rationalistes critiques en faveur de l'individualisme ontologique.

Sur ce plan *Fatal conceit*, qui passe d'ordinaire pour une sorte de testament résumant la pensée de Hayek, est à manipuler avec de grandes précautions. Le texte des épreuves de Hayek représente un manuscrit plus volumineux⁷ que la version finale de *Droit législation et liberté*. Ce texte étant trop long et malaisé, Hayek en a confié la révision à William W Bartley III, qui commençait alors l'édition des œuvres complètes du Nobel autrichien pour Routledge. *Fatal conceit* en deviendra d'ailleurs le premier volume. Dans le texte de l'ouvrage publié, des tensions sont sensibles qui mettent en avant les divergences théoriques existant entre Hayek et Popper. Bartley est un des successeurs de Popper dans la tradition du rationalisme critique où il développe une théorie de l'évolution enracinée dans d'autres hypothèses de psychologie cognitive que celles qu'a retenues Hayek. Ces tensions se font jour de façon flagrante quand on reprend le texte à rebours à partir des Appendices. Hayek, ou Bartley, cite la *Logik* de Popper et l'épistémologie évolutionniste dès l'introduction, mais le texte même du chapitre premier consacré à relire la théorie de l'évolution « entre l'instinct et la raison » (son titre) comporte un certain nombre d'ambiguïtés sur le rôle et les composants de l'apprentissage individuel. Il faut alors choisir entre deux branches d'une alternative peu plaisante : ou Hayek assimile abusivement sa psychologie cognitive à celle de Popper, ce qui fait ressortir *a posteriori* la « vieillesse » analytique de son *Sensory Order*, ou alors Bartley a modifié le texte pour le corriger ou l'amender, sans pouvoir aller jusqu'au bout de la révision. Ce débat mériterait une attention plus précise, qui dépasse le cadre de la discussion de l'évolutionnisme chez Hayek.

Les fins des agents expliquent leurs actions, et les fins individuelles sont expliquées par les valeurs des agents. Cette phrase ne représente pas seulement la définition ontologique du programme de recherche hayekien, mais aussi une définition possible de l'individualisme méthodologique. Au delà de la simple prescription de bonne conduite méthodologique pour le scientifique se pose un problème analytique majeur. Les faits singuliers individuels ne sont pas connus complètement, on ne peut associer à leurs effets qu'un pouvoir de prédiction limité. La connaissance des règles ou des institutions telles qu'elles sont concevables dans le cadre de l'ordre spontané ne peut conduire à une définition sous forme générique ou extensive. L'individu se borne à n'en connaître que les aspects fonctionnels qui les concernent directement. La liaison entre niveau individuel et niveau agrégé demeure donc totalement floue, l'adaptation à des faits qu'on ne connaît pas grâce à des règles qu'on ne connaît pas (Nemo 1988 : 39) demeure un singulier paradoxe.

⁷ Voir l'*editorial foreword* de Bartley dans *Fatal Conceit*, (Hayek, 1991 : x-xiii). Les archives et documents utilisés par Bartley, repris après son décès par Kresge pour la mise en forme des œuvres complètes, se trouvent à la Hoover Institution on War, Revolution and Peace, à Stanford University. S'y trouvent également les archives Machlup et Popper. A noter que cet avant-propos n'est pas repris dans la traduction française des PUF.

Sur le plan cognitif, le paradoxe se résout de façon simple. Les faits et les règles ne sont pas connus au sens cartésien du mot, c'est-à-dire sous la forme d'idées et de théories affichées en conscience. Nul n'a besoin de connaître les lois de la mécanique et de la dynamique pour obtenir son permis de conduire pour un véhicule terrestre à moteur. A cette image, il existe une forme de connaissance non consciente, non délibérative, et c'est elle qui est pertinente. La thèse psychologique de Hayek avance que les savoir-faire sont conditionnés par la présence dans l'esprit humain de schèmes ou de règles capables d'associer directement, suite à l'expérience de la vie, un certain nombre de réponses adaptées suite à la perception de certaines situations. Les perceptions ne sont pas des données immédiates de la conscience, mais constituent en soi des théories sur l'environnement réel, des grilles d'interprétation.

La résolution du paradoxe exige de reconsidérer le statut analytique de l'importation du concept évolutionniste dans la théorie hayekienne. La question est donc de savoir à quel niveau situer l'analyse cognitive qui vient d'être esquissée, puisqu'il apparaît que le paradoxe est résolu au plan cognitif.

Ordre et évolution dans la problématique de Hayek.

Pour un popperien ou un hayekien, pour qui la source ultime du raisonnement se trouve dans l'épistémologie envisagée comme théorie de la connaissance (*Erkenntnislehre*), la psychologie cognitive dénoue automatiquement⁸ les difficultés méthodologiques.

Le point de critique fondamentale réside dans le fait que la sélection ne porte pas sur l'individu en particulier, ce qui serait cohérent avec le développement individualiste et cognitif, mais sur le plan collectif : la sélection des modes d'organisation n'opère pas sur la base des organismes individuels, mais par une sélection collective du groupe dans son ensemble. Malgré ce, le problème n'est pas réglé en méthodologie, et il est loisible⁹ d'envisager que le clivage entre individualisme et holisme méthodologique recoupe assez largement l'opposition entre ordre et individu.

Dans le premier tome de *Droit Législation et Liberté* intitulé « Règles et Ordres » (1973), Hayek développe la distinction entre ordre spontané et ordre créé. Il reprend l'idée que la coordination des agents isolés ne peut opérer que par l'intermédiaire de règles (1980 : 42 ; 1991 : 190-20), parce que seules ces dernières permettent d'introduire un élément de prédictibilité dans un ensemble décentralisé, compte tenu de conditions spatiales et temporelles. Polanyi avait utilisé le terme « polycentrique », rejoignant dans sa perspective plus systémique la même idée : l'ajustement est spontané, automatique, auto-ajusté, et auto-coordonné (Némo, 1989 : 14). Les ordres monocentriques sont créés par une autorité unique de tutelle, ils constituent une organisation qui est nécessairement plus « simple », quel que soit son degré de « complication », en ce qu'elle est intégralement pensée par l'esprit organisateur (Némo, *ibid.* 94).

⁸ Certains commentateurs de Popper se sont posés le problème de ce principe de correspondance qui vaut aussi pour Hayek malgré des divergences dans la théorie cognitive qui sert de référence. Le principe est énoncé in Popper 1972.

⁹ L'idée est développée in Leroux 1997, où l'auteur cherche une issue à ce point litigieux dans le normatif (à tous les sens) de l'idéologie.

Sur le plan cognitif, la distinction entre ordre spontané et organisation est assez aisée à manipuler. C'est dans la *Fatal Conceit* que se trouvent les développements les plus ambigus sur la définition cognitive de l'institution, faisant écho au clivage « nomos » / « taxis » de *Droit Législation et Liberté*. Précisément, à ce stade du raisonnement, Hayek invoque l'évolution culturelle qui, selon Popper, « continue l'évolution génétique par d'autres moyens » (Popper in Popper et Eccles, 1977 : 48, cité in Hayek 1991 : 26). Parmi les idées fondamentales de Hayek, le fait que l'individu n'ait pas à comprendre comment fonctionne le groupe pour contribuer à son fonctionnement permet de préserver le modèle de toute contradiction interne. Ce faisant, Hayek s'adosse à la forme de causalité circulaire propre à caractériser *sui generis* toutes les présentations en termes d'auto-organisation. Le terme de « bouclage organisationnel » expose que tout comportement « local » produit un certain ordre « global » qui, en retour, assure la vie et la reproduction des éléments locaux produisant l'ordre et assurant sa pérennité.

Sur le plan cognitif, les institutions ne sont donc rien d'autre qu'une forme d'information cristallisée comme un « miroir » de la connaissance¹⁰ individuelle. Quelle place leur accorder ? Le pont que propose Hayek entre individus et institutions n'est pas satisfaisant : au mieux, Hayek se limite à constater quelques traits distinctifs sans regarder *derrière* le miroir. Qui veut défendre Hayek pourra, certes, argumenter que tout a déjà été écrit dans le *Sensory Order*, mais la discussion¹¹ de ce point déplacerait inutilement le problème vers des questions de psychologie qui requièrent une analyse critique autonome. L'argument ne tient pas, parce qu'il excuse encore moins Hayek de ne pas avoir évoqué la question plus au fond. La critique de la position hayekienne consiste à (ré-) introduire la dimension cognitive individuelle dans l'évolutionnisme culturel qui décrit les institutions ou, en d'autres termes, à expliquer dans quelle mesure le bouclage auto-organisationnel peut être expliqué en termes individualistes. Parler de cognitif permet en réalité de ne pas entrer dans la technicité des débats théoriques de la psychologie cognitive pour développer une analyse des institutions. Comment, alors, rompre la causalité circulaire propre à désigner les bouclages auto-organisationnels ? Le risque analytique consiste à prétendre opérer une critique interne alors que, mettant en cause l'hypothèse fondamentale de la théorie des systèmes auto-organisés, la critique demeure externe.

Dans le cadre de la théorie évolutionniste, il est facile de traduire en deux questions distinctes l'objet qui a été posé pour cette recherche :

¹⁰ Dans la terminologie popperienne décrivant les processus de croissance de la connaissance individuelle, l'institution n'est rien qu'une forme de connaissance « objective ». Le terme est défini in Popper 1972.

¹¹ Fondamentalement, Hayek développe une psychologie qui repose sur une vision mécaniste de la physiologie du cerveau. Au déterminisme philosophique près, Hayek reprend la psychologie (pro-) naturaliste de Wundt. Ce débat est l'objet de Berkson et Wettersten, 1984 et analysé in Versailles, 1998, chapitre 2, pp. 145-71, en particulier pp. 151-5 et n41 p 154. A noter que Wundt était persuadé que la psychologie expérimentale, science qu'il a fondée dans son laboratoire de Leipzig, ne pouvait s'employer que pour les processus basiques de l'esprit humain, et qu'elle n'était pas pertinente pour les processus mentaux d'un ordre plus élevé, qui ne sont approchables que par une psychologie de groupe. Il pense l'expérimentation totalement impuissante pour rendre compte des phénomènes conscients complexes, ce qui justifie le rôle de l'induction et de l'introspection dont le *Sensory Order* est imprégné. Entre les psychologies de Hayek et Popper se trouve donc la limite entre les écoles de Leipzig et de Würzburg, *i.e.* le rejet de l'associationnisme et du sensualisme par ces derniers.

- **comment devient-on une référence institutionnelle ?**
on aura répondu à la question de la définition, et c'est déjà un large débat ;
- **comment évolue l'institution ?**
on aura répondu à la question du moteur de la société, et l'enjeu est encore plus grand.

Les deux questions sont tout aussi importantes, et force est de remarquer qu'elles sont liées. On ne peut les dissocier dans la discussion positive de l'évolutionnisme, mais Hayek leur associe un débat normatif sur la supériorité de l'ordre spontané qui n'est pas étranger à ses prises de position sur le planisme (Caldwell, 1997 : 1871 et *sq.*). Les considérations de Hayek (1967b : 71) mettent en évidence que les systèmes de règles de comportement se développent comme des ensembles cohérents, ou encore que le mécanisme de sélection va opérer sur un système de règles entier, de façon indissociable. Clarifier un tel problème ne se peut en lui surajoutant la recherche d'une définition (réponse à la première question *supra*). Ce serait alors la porte ouverte à une résolution des deux questions par les conditions qu'auront imposées l'autre réponse.

Le raisonnement de Hayek repose sur le fait qu'un ensemble de règles, dans un environnement particulier, permet d'accroître ou de réduire l'efficacité d'un groupe pris dans son ensemble, « *the efficiency of a group as a whole* » (Hayek, 1967b : 71). Le caractère bénéfique des règles pour les individus, ou encore l'amélioration de leur propre situation que les individus retirent de l'utilisation des règles, dépendra de l'adaptation des règles et de leur capacité à évoluer au gré de l'évolution des besoins des individus qui composent le groupe. Viktor Vanberg (1986 : section 4 pp. 81 et *sq.*) a reformulé le problème pour mettre en évidence les deux destinations distinctes entre lesquelles Hayek alterne. Sans entrer dans la distinction entre institutions et règles, il s'agit alors de traiter

- d'une part du caractère des règles et de leur changement dans la mesure d'une explication du fonctionnement « social » du groupe et du marché en particulier, et
- de l'autre de l'émergence des règles et de leur changement dans le sens de l'explication du système de règles et d'institutions lui-même.

Parmi les dédales de la problématique hayekienne, la typologie de Vanberg permet de distinguer la dimension normative (l'explication du marché pour Hayek qui poursuit son combat contre toutes les formes de socialisme) de la composante positive (l'explication du système de règles). Plus précisément encore, la problématique mise en évidence présente l'immense avantage de ne pas remettre en cause, au fond, l'hypothèse des systèmes auto-organisés.

Le problème que pose Vanberg évacue ce faisant le recours à deux théories distinctes pour rendre compte du point de départ et du processus. Faire la distinction entre les deux questions initiales suppose explicitement que le processus évolutionniste *pourrait* être différent selon que l'analyse porte sur une institution en devenir ou sur une forme institutionnelle reconnue comme telle. Cette question ne peut être laissée de côté. Hayek n'y a pas répondu. Son développement porte de fait sur un processus en devenir, mais il fait référence à des *patterns* de comportement ou à des normes d'information qui **ont conduit** à des formes institutionnelles reconnues. Ici, le lecteur retrouve sans difficulté la notion d'ordre qui prédomine au sens courant du terme ; en tout cas, Hayek raisonne à partir de l'existence d'une règle ou de la préexistence d'un ordre qui jouit d'un *a priori*

favorable, et laisse la charge de la preuve à ceux qui désirent introduire des réformes (Hayek 1991 : 20). Le critère évolutionniste n'est ainsi plus le même, un conservatisme de fait apparaissant ici. Peut-être est-ce le mot *ordre* qui dérange, ou alors le concept qui n'est pas clair.

Hayek ne facilite pas l'appréhension du sujet dans sa façon de toujours assimiler les processus d'apprentissage à des formes d'imitation. Fonctionnellement, Hayek développe que la règle (régularité) ou l'ordre sont issus d'une activité individuelle de classement ou de la reconnaissance de fait de propriétés intrinsèques (1980 : 42 ; 1991 : 15). Si la 'connaissance' que détient l'individu représente au sens le plus large ses capacités à raisonner de façon autonome et subjective (*problem-solving capacity*), alors il faut concilier, avec les mêmes outils analytiques, la description des agents économiques lorsqu'ils agissent isolément et lorsqu'ils font partie du groupe. Hayek le précise, l'individu n'est qu'un élément au sein d'un ensemble sur lequel il n'a aucune emprise (« *in a whole which he never made* », *ibid.*). Il est facile de récuser à la théorie de Hayek la possibilité de se développer dans le cadre de l'individualisme méthodologique en invoquant le fait qu'un ordre est imposé à l'individu qui devient passif. Même dans ce cas, une telle conclusion est une méprise car il est toujours possible de définir à partir des désirs et des motivations d'un individu un programme coûts / bénéfices expliquant ou justifiant l'adhésion à un ordre, ou l'imitation « aveugle » d'une règle. Le raisonnement individualiste de Hayek n'est que la stricte conséquence de l'argument sur la complexité qui a servi dans la réfutation du planisme : il est épistémiquement et logiquement impossible de prédire les résultats de la coordination. Au moins sur le plan positif, Hayek n'est donc pas en contradiction avec sa méthodologie.

Vanberg pourrait être critiqué pour avoir simplifié abusivement la question en évitant l'examen du point de départ. De façon typique pour un germaniste, faisant référence à la philosophie du *werden* (devenir) et non du *sein* (être), Vanberg se concentre directement sur le processus. Il permet donc d'entrer plus avant dans l'analyse de la compatibilité entre la théorie évolutionniste de Hayek et l'explication individualiste. Limiter le premier débat à la définition d'une institution ou d'un ordre suppose que la façon dont on monte sur le premier barreau d'une échelle conditionne le reste de l'ascension. La définition conditionne alors la forme de l'échelle et l'impose à ses « usagers ». Cela rend exogène une partie de l'explication, sans qu'aucune raison ne permette de le justifier. Effacer la distinction du premier clivage et le remplacer par l'alternative que propose Vanberg permet d'unifier l'explication du processus pour examiner à la fois la façon dont on monte à l'échelle et dont on la gravit par la suite. Procurer deux explications distinctes, l'une pour parvenir à l'échelle et l'autre pour la gravir, suppose que l'individu qui a atteint le premier échelon est ensuite condamné à la gravir entièrement sans ne rien pouvoir remettre en cause. C'est précisément cette interprétation déterministe¹² de la pensée de Hayek qui contredit l'individualisme méthodologique, en particulier lorsqu'il est défini à partir de la composante cognitive associée au subjectivisme de la méthode compositive héritée de Carl Menger. Sans entrer dans le débat méthodologique, force est au moins de constater que

¹² En psychologie, le seul point de désaccord qui existe entre les théories de Wundt et le *Sensory Order* de Hayek repose précisément sur l'adhésion par Hayek à un indéterminisme ontologique.

toute interprétation non-cognitive et déterministe de Hayek rend l'évolutionnisme culturel incompatible¹³ avec la notion d'ordre spontané.

Si l'on veut rester cohérent avec l'individualisme, et l'interpréter à partir de sa composante cognitive, alors la problématique déjà précisée par Vanberg doit encore être complétée. Une explication de l'évolution doit procurer une théorie pour l'individu et pour l'échelle, qui explique leurs deux évolutions de façon totalement concomitante. L'individu n'est pas indépendant de l'échelle car, s'il façonnait mécaniquement l'échelle selon ses souhaits, l'échelle ne pourrait plus, par analogie, représenter la problématique de la coordination telle que Hayek et les Autrichiens l'envisagent (« *the result of human action but not of human design* »). Si, à son tour, l'échelle préexiste à l'individu, le cas déjà envisagé de prééminence de l'ordre ressurgit. Il n'y a aucun moyen explicatif, sauf à entrer dans le déterminisme ou dans toute forme d'historicisme, d'argumenter en faveur de la validité (selon quelque critère que ce soit) future d'une institution ou d'un système de règles de comportement, en prenant appui sur la (seule) question de ses origines (Petroni, 1992 : 480). Reste donc, nécessairement, à trouver une théorie qui permette de rendre compte dans le même temps de l'évolution de l'homme et de la transformation de l'échelle. C'est totalement cohérent sur le plan de l'individualisme car alors la même théorie sert pour l'évolution de l'individu et pour l'explication de la coordination. Poursuivant l'analogie, la théorie sert donc à expliquer comment l'individu se transforme au contact de l'échelle, et comment l'échelle est fabriquée par l'individu qui concourt à en façonner les barreaux parce qu'il les utilise. Concrètement, cette démarche fournit le cadre adéquat pour analyser l'évolution (culturelle) dans le contexte des auto-organisations.

Ce raisonnement sur la notion d'ordre spontané permet de montrer que la question de l'évolution est une hypothèse auxiliaire, autonome de la théorie sociale. L'évolution culturelle ne dépend pas de l'argumentation en termes d'efficacité qui est associée par Hayek à la notion d'ordre spontané ; elle ne représente qu'une hypothèse figurant le processus cognitif sous-jacent. L'évolution des règles se réduit à n'être que l'appendice de l'évolution individuelle, qui permet à l'individu de ne pas subir directement les conséquences de ses erreurs. S'il se trompe dans ses choix, l'inertie de l'évolution des institutions au niveau du groupe lui permet de ne pas subir directement le contrecoup de ses décisions : les autres individus du groupe exercent une forme de contrôle sur ses propres choix par l'intermédiaire des institutions, et dans le pire des cas l'adoption d'une mauvaise institution peut être reconsidérée par le groupe avant que l'ensemble du système de règles n'en soit rendu inefficace. L'évolution des institutions représente ainsi une forme d'évolution exosomatique dont bénéficient les agents, qui permet d'éviter de payer le tribut que postule la théorie darwinienne au moment de réaliser la sélection et d'éliminer physiquement les « mauvais » choix.

Le problème change légèrement de forme. Il faut le repositionner dans la perspective d'une théorie sociale où l'élément idéologique tirerait ses possibilités et ses limites de la théorie (évolutionniste) de la connaissance, cette dernière conservant un statut indépendant. Le problème majeur se reporte vers l'explication de l'interrelation entre structure et évolution, qui constitue la grande question de toute théorie de l'évolution. Du point de vue analytique,

¹³ Ainsi la conclusion de Leroux 1997, section « Individualisme ou holisme », rejoint-elle ce raisonnement malgré une forte divergence de commentaire sur le fond.

les liaisons entre la notion de complexité et le concept de « société ouverte » ne suffisent pas pour apporter des conclusions non tautologiques. Le rapport entre structure et évolution des phénomènes sociaux est central pour la recherche positive et normative en sciences sociales.

La question de la relation entre explication évolutionniste et évolution structurelle détient une priorité au plan épistémologique, renforcée par le cadre épistémique où s'est situé Hayek. Le problème se traduit en deux questions distinctes (Petroni, 1992 : 477-8) :

- **le rapport entre structure et évolution comme explication du comportement individuel ;**
- **le rapport entre structure et évolution comme explication de l'existence de règles sociales déterminées, de schèmes de comportement ou d'institutions.**

Toutes les théories de l'évolution font état d'un changement graduel, assez lent, de transformations allant dans le même sens, qui s'opposent à la fois aux concepts de révolution et de permanence. Quel peut être le statut d'une théorie qui essaie d'expliquer le futur à partir du passé, oscillant entre tensions historicistes et tentations inductivistes ? Dans *Fatal Conceit* en particulier, Hayek n'a pas traité ces problèmes comme étant différents.

Le mécanisme évolutionniste au niveau de l'ordre.

Au niveau agrégé, le problème de Hayek concerne l'avantage de prospérité dont peut jouir un groupe pour s'imposer par rapport à d'autres groupes concurrents. Cet avantage repose sur un système de règles et d'institutions, au sens large. L'avantage comparatif que le groupe en retire (par rapport à d'autres groupes) lui permet d'étendre le domaine d'application de ses règles de conduite.

Cette première partie du problème évolutionniste ressemble fort à la version totalement a-individualiste dénoncée par les commentateurs de Hayek qui critiquent son holisme méthodologique. La version hayekienne de l'affaire pose la question au même niveau macroéconomique et holiste que le faisaient les biologistes. Hodgson (1991) pousse ce commentaire jusqu'au bout, exposant *in fine* que l'individualisme méthodologique¹⁴ ne peut rendre compte de l'évolution en raison de l'impératif qu'il se donne de considérer comme exogènes les mobiles de l'action humaine, sauf à entrer dans un psychologisme.

Le transformisme de Lamarck mis en place dans la *Philosophie Zoologique*¹⁵ entend à la fois expliquer la série de perfectionnements que manifestent les espèces, et justifier l'étendue de leur diversité. Le principe de vie décrit par Lamarck serait issu de deux composantes agissant simultanément : une montée croissante vers la complexité et une

¹⁴ Hodgson ne fait pas de nuance entre la tradition individualiste autrichienne en méthodologie, héritée de Menger, et d'autres développements plus méthodologiques (cf. Petroni 1991, ou Hempel 1965). Leroux (1997) reprend à son compte la position de Hodgson, et ignore le raisonnement méthodologique de Petroni (1991) en commentant sur Petroni (1992). La position « psychologique » de Petroni et Birner sur l'individualisme est ancrée dans l'épistémologie évolutionniste de la tradition popperienne (Popper, 1972 ; Campbell 1974 ; Bartley 1984). Sur l'état des polémiques autour de l'individualisme méthodologique, voir Petroni 1991 ou Antiseri et Pellicani, 1995.

¹⁵ Lamarck, 1809 et l'introduction de son cours de l'An VII.

adaptation continuelle des êtres vivants à leur milieu. Lamarck développe le transformisme dans une optique "verticale", donnant une direction et une dimension historiques à l'évolution. Darwin et Wallace développent l'évolutionnisme d'un point de vue horizontal, sous l'influence particulière de la doctrine malthusienne¹⁶ de la compétition dans la lutte pour l'existence. La théorie de la sélection naturelle qui en découle est un constat logique qui, en lui-même, permet de mener une constatation descriptive et empirique sous le terme de survie en postulant une adaptation salvatrice. En ce sens, le darwinisme n'est rien d'autre qu'un truisme logique¹⁷ : les survivants, d'une façon ou d'une autre, ont survécu et donc (se) sont adaptés à leur environnement. La question de l'individualisme doit envisager l'usage du pronominal dans cette proposition.

Les espèces sont le résultat d'une adaptation graduelle et irréversible de chaque individu aux changements de l'environnement, *i.e.* de son milieu naturel. Présentée sous cette forme, la théorie de l'évolution ne peut résister longtemps à l'introduction de considérations génétiques. Depuis Weisman, on sait que chaque organisme est composé de deux types de cellules, les gènes du corps (ou *soma*) et les cellules reproductrices (ou *germen*). Ces deux types de cellules sont totalement indépendants, et donc les acquisitions du phénotype ne peuvent en aucun cas être transmises au génotype. L'hérédité de l'acquis est impossible. Certes, la découverte de l'ADN puis de l'ARN ouvrent de nouvelles perspectives de recherche, mais la biochimie et la biologie moléculaire sont toujours incapables d'expliquer l'hérédité. Ces remarques ne peuvent que reconforter l'économiste ou le spécialiste des sciences sociales qui y retrouve son problème de la rétroaction entre structure et évolution des systèmes.

La pertinence de la dichotomie entre les thèses évolutionnistes de Darwin et Lamarck demeure d'actualité pour commenter Hayek, lui-même y ayant accordé une grande attention. Au niveau biologique, parler d'évolution "verticale" ou lamarckienne tend à donner une historicité, à regarder l'évolution sur la durée. Parler d'évolution "horizontale", ou de type darwinien, incite à poser la problématique de la variation et donc du choix de la mutation. Le darwinisme est critique de l'historicisme du lamarckisme, dans le sens que Popper donne aux thèses pro-naturalistes¹⁸ de l'historicisme. La loi d'évolution de Lamarck donne au processus évolutionniste tout à la fois un but (la montée vers la complexité) et un critère régulateur externe (l'adaptation au milieu extérieur). La loi d'évolution a un contenu irréfutable parce qu'elle postule que l'évolution et l'absorption du processus en devenir dans une représentation historiciste sont identiques. C'est le point sur lequel Darwin insiste. Le critère de validation du processus change alors, et s'endogénéise sur la base de la survie différentielle des organismes à l'issue d'un processus de démêlage et d'expulsion. Rien ne valide alors *a priori* l'évolution dans l'explication darwinienne, puisqu'elle est "*blind*", aveugle¹⁹.

¹⁶ Hayek et Popper insistent lourdement sur l'influence de Malthus.

¹⁷ voir Popper, 1974-1981, chapitre sur le darwinisme comme logique situationnelle.

¹⁸ voir le chapitre de ce nom in Popper, 1944-1988.

¹⁹ cf le mutationnisme.

Hayek (1991 : 16-7 & 23 *sq.*) critique ce point précis du néo-darwinisme²⁰. Du double point de vue de la validité analytique et de l'efficacité évolutionniste, il remet en cause ce caractère aveugle de la mutation darwinienne qui tente de contourner la difficulté du passage de l'évolution à l'hérédité. Cette « *blindness* » permet d'éviter toute interprétation inductive de la théorie évolutionniste, mais elle induit une difficulté analytique puisque le but du processus est atteint au hasard. Hayek utilise alors la transmission culturelle pour atteindre deux objectifs : remplacer l'impossible transmission génétique de l'acquis exosomatique, et accélérer le processus de mutation. Il cite (1991 : 26) *The Self and its Brain* de Popper et Eccles (1977 : 48) : "l'évolution culturelle continue l'évolution génétique par d'autres moyens". Ailleurs (1991 : 25), il expose que « l'évolution culturelle *simule* le lamarckisme »²¹ et cite alors la *Connaissance Objective* de Popper (1972).

Que signifie cette référence aux Popperiens ? Les rationalistes critiques font référence à un processus darwinien alors que Hayek caractérise son évolutionnisme par l'adjectif lamarckien. Pourtant, dans le texte de la *Fatal Conceit*, Hayek développe le darwinisme situationnel de Popper comme sa propre théorie²². Chez Hayek, l'évolution culturelle remplace totalement le point inexpliqué du passage entre *germen* et *soma*, cellules sexuelles et cellules du corps. Le caractère *blind* des mutations dans le caryotype invoqué par les biologistes néo-darwiniens induit une grande lenteur dans le processus d'évolution. L'évolution biologique est donc insuffisante pour expliquer la rapidité de la transmission des mutations que seule l'évolution culturelle est capable de traduire, en particulier dans les effets cumulatifs qui figurent et conduisent à la complexité. A cause de cette *blindness*, Hayek, comme Popper, raisonne sur les processus évolutionnistes dans le contexte de prédictions en principe. Rien ne prédispose les raisonnements tenus jusqu'alors à s'appliquer à un ordre (ou à toute autre entité holiste) plutôt qu'à un processus de connaissance individuel. La divergence surgit au moment où les deux auteurs n'utilisent pas l'argument de la survie de la même façon : Popper applique l'argument à la théorie de la croissance de la connaissance individuelle dans sa perspective subjectiviste, alors que Hayek s'en sert pour valider directement des processus sans tenir compte des individus qui composent les groupes.

Hayek a conservé des darwinistes l'argument de la sélection par le milieu constatée *ex post*, sans le transformer pour lui conférer le statut régulateur que l'on trouvera en éthologie (Lorenz, 1973) et en épistémologie évolutionniste (Radnitzky et Bartley, eds, 1987). La survie n'apprend rien au scientifique, et le populationnisme fait simplement reposer sa justification sur l'argument ontologico-métaphysique de la primauté de la vie. La survie, en tant que critère objectif, ne peut jamais être utilisée que postérieurement à l'évolution analysée, et non de façon concomitante. Un exemple parfait en est l'incapacité des thèses darwiniennes et néo-darwiniennes à fournir une explication valide de l'hominisation²³. L'évolutionnisme y perd tout contenu empirique autonome.

²⁰ Dans l'appendice F, Hayek (1991 : 155-6) commente sur l'anthropologie de la population. La référence à Wynne-Edwards, Carr-Sounders, Thorpe ou Julian Huxley évolue entre les *Studies* et la *Fatal Conceit*, pour n'être presque qu'une anecdote à la fin des années quatre-vingt.

²¹ Italiques dans le texte original : *simulates*.

²² Est-ce Hayek ou Bartley ? Personne ne peut répondre...

²³ Pour un exemple d'explication dans la tradition Popperienne, cf. Reichholf, 1990.

Hayek se place dans le cadre de la problématique de l'ordre spontané ; il tente d'argumenter en faveur de sa supériorité du point de vue de l'évolution. Pour être validée à partir d'un raisonnement a-individualiste, une telle explication se devrait de produire la description de la supériorité de l'ordre spontané par rapport à d'autres types d'ordres. Elle devrait expliquer pourquoi l'ordre spontané doit apparaître dans le processus concurrentiel des règles et institutions et pourquoi il se perpétue. Ne pas argumenter en ce sens suggère qu'une explication de la supériorité de l'ordre spontané n'est pas requise, du simple fait de son émergence. C'est oublier le caractère tautologique et purement sémantique²⁴ du concept d'émergence. S'il acquérait une valeur syntaxique, cela priverait *eo ipso* le concept d'ordre spontané de tout contenu empirique indépendant dans le cadre de l'explication sociale et politique²⁵.

Le seul critère indépendant fourni par Hayek est populationniste : l'ordre de marché est celui qui permet le maintien d'un grand nombre d'individus dans les pays capitalistes (Hayek 1976-1981 : 178 ; 1991, chapitres 2 et 8). Dans les textes de Hayek, il est difficile de distinguer s'il fait référence au nombre absolu de la population ou à sa croissance. Mais Hayek va plus loin : "Les nouvelles règles ainsi constituées se sont répandues non parce que les hommes comprenaient qu'elles étaient plus efficaces ou qu'ils pouvaient déterminer qu'elles conduiraient à l'expansion, mais simplement parce qu'elles permettaient aux groupes qui les pratiquaient de procréer de manière plus efficace et d'absorber les étrangers [*to include outsiders*]" (1991 : 17). Au moment où Hayek introduit cette inflexion dans le raisonnement, son argumentation est déjà réfutable par le fait de justifier tout produit de l'évolution sur la simple constatation de son existence. Mais quand Hayek transforme la stricte description *ex post* en une liaison causale logique, sous la forme de l'imitation combinée à l'argument de la survie, il sombre automatiquement²⁶ dans l'erreur naturaliste qu'il a dénoncée et dont Popper a exposé la liaison avec l'historicisme.

Dans les deux cas, pour réfuter cette théorie, il est facile de lui opposer la "réussite" de nations comme la Chine face aux problèmes démographiques de la France ou de l'Allemagne Fédérale (Petroni, 1992 : 478-9 ; Miller, 1989 : 317). Dans le cadre néo-classique de l'équilibre général à la Arrow Debreu, et *a fortiori* du point de vue des néo-autrichiens, il est toujours possible d'argumenter en faveur de la supériorité du marché pour produire et distribuer de la façon la plus efficiente les biens et services que désirent les individus. Mais rien ne dit que ces biens et services soient les plus efficaces pour la survie du groupe en question ! Que diraient des anthropologues si nos préférences agrégées n'allaient que vers des diamants et des livres de philosophie ? Certes le marché serait la

²⁴ La signification d'un mot peut être déterminée sous trois aspects différents. Lorsque la signification est déterminée par la réaction psychologique de l'auditeur, on fait référence à l'aspect pragmatique. Lorsqu'on envisage le rapport entre le symbole et la réalité signifiée, il s'agit de l'aspect sémantique. Enfin l'aspect syntaxique concerne l'organisation réciproque des mots à l'intérieur du discours. Campbell Garnett, 1942, p 478, montre que l'analogie entre l'émergence de nouveaux types dans la nature et l'émergence du mental à partir du non-mental n'est pas *vera causa* et doit donc être rejeté par toute méthodologie scientifique. Cf les commentaires in Henle, 1942, p 487.

²⁵ Cela n'en serait pas forcément le cas dans le cadre de la monnaie ou du langage.

²⁶ Voigt, 1991, note 20 : "The argumentation might be subject to a naturalistic fallacy according to which one cannot infer an "ought" from an "is". But this is exactly what Hayek does: The currently existing institutions (the "is") have emerged because they have been more viable than other institutions, from which Hayek concludes they ought to exist."

meilleure façon de les produire et de les distribuer, mais la survie d'un tel groupe serait bien difficile face à un groupe adoptant une économie planifiée et un état policier totalitaire pour fabriquer de la nourriture et de l'acier. Il est même possible d'argumenter en faveur d'un système de normes abstraites (négatives) à partir de la compatibilité d'un tel système juridique avec un postulat ontologico-métaphysique en faveur de la liberté individuelle, mais en aucun cas il ne sera possible de déterminer *ex ante* sa validité en fonction de la logique de sélection du groupe. A aucun moment, Hayek ne produit d'explication de la supériorité évolutionniste de l'ordre spontané de marché par rapport à l'économie planifiée.

L'ambiguïté fondamentale provient de la caractérisation de l'évolution face au marché : l'évolution est tantôt vue comme jeu coopératif et conflictuel d'un côté, tantôt jeu contre la nature de l'autre. Les deux concepts ne sont jamais clairement distingués. Il est toutefois évident que les règles de comportement et les éléments de rationalité individuelle qui régissent les deux situations ne sont pas forcément les mêmes, et que les caractéristiques marquant la supériorité évolutive d'un groupe par rapport à un autre ne seront pas forcément celles qui marqueront l'adaptation dans l'absolu à un environnement donné, ou la possibilité d'adaptation à cet environnement. La conclusion est alors abrupte. Hayek utilise un argument qui pourrait être exposé sous une forme individualiste, mais il le conduit hors des limites de sa méthodologie.

Hayek commet l'erreur analytique d'expliquer la survie des règles mais en aucun cas des individus qui suivent et adoptent ces règles (Sugden, 1988-89). C'est un concept holiste qui déplace l'action humaine de sa primauté explicative (Gray, 1987 : 42) et contredit le subjectivisme autrichien retenu par Hayek. L'évolutionnisme de Hayek n'est pas connexe *de jure* avec les descriptions structurelles des ordres spontanés du marché et du droit. Il est impossible d'argumenter en faveur de la validité présente ou future d'une institution ou d'un système de règles de comportement en prenant appui sur la question de ses origines. Cette conclusion évacue également la question de l'appréciation idéologique de l'optimalité du processus de marché et du libéralisme politique en général : il est impossible de statuer sur l'attribution du caractère d'optimalité aux institutions et règles de comportement émergées spontanément dans le cadre d'un processus d'évolution culturelle (Petroni, 1992 : 480-1).

Le mécanisme évolutionniste au niveau de l'individu.

Sur le fonctionnement du mécanisme évolutionniste au niveau de l'ordre, la critique développée par Hodgson (1991) atteint son but, quand bien même des divergences existent entre sa position et celle de Vanberg. Mais Hodgson va trop loin en transposant ses conclusions au niveau de la méthodologie individualiste elle-même : cette section y sera consacré. Hodgson ne voit pas qu'il existe dans son propre raisonnement l'incohérence qui existe déjà chez Hayek sur l'aspect méthodologique associé à l'individualisme. Hodgson expose pourtant que tout processus évolutionniste est dépendant de l'environnement dans lequel il opère. Dans le cas de l'évolution culturelle, il concède que cette dépendance doit se traduire par des changements dans les préférences ou dans les programmes de décision des agents, ce en quoi il corrige l'erreur commise par Hayek. Mais Hodgson n'en tire aucune conclusion ailleurs qu'en méthodologie, mettant l'accent sur les limites de l'individualisme à permettre des analyses de longue période exprimées en termes d'équilibre global. Hodgson conclut que cette difficulté peut être contournée en

redéfinissant l'individualisme méthodologique pour englober le psychisme humain, déplaçant au passage les limites du domaine de recherche des sciences sociales. Sur ce point précisément, Hodgson commet la même erreur méthodologique que Hayek : il ouvre la porte à la prise en compte des mécanismes cognitifs mais la referme aussitôt pour des raisons qui n'en sont pas, usant de la méthodologie comme d'un argument d'autorité pour poser une sorte de définition.

L'objectif est toujours d'expliquer le rapport entre structure et évolution sur deux plans distincts mais concomitants dans le cas d'une auto-organisation : l'explication du comportement individuel et l'explication de règles sociales qui servent de *patterns* de comportement. Hayek n'a pas réussi dans son entreprise parce que ses arguments évolutionnistes n'ont pas permis d'articuler deux arguments : que des règles bénéfiques au groupe soient sélectionnées par les individus qui le composent, et que des groupes jouissant d'un avantage de prospérité fassent des émules et entraînent l'adhésion à ce *corpus* de règles. Malgré les apparences, ces deux arguments reposent sur la même réalité empirique.

Lorsqu'on se situe au plan individuel cognitif, le problème central devient l'explication de la "fabrication" de la connaissance individuelle qui incite à suivre ou à modifier les règles. L'idée même de règle de comportement n'a de sens que dans le cadre de la coordination : les règles permettent de concilier la dispersion de la connaissance individuelle. La coordination est basée sur le caractère fonctionnel des règles : épistémiquement, il s'agit de partager des catégories abstraites qui donnent des grilles de décodage et / ou de comportement (Nemo, 1988 : 56, 99 ; Petroni, 1992 : 483). Les règles abstraites permettent de mettre en oeuvre une connaissance que personne ne possède tout entière (Hayek, 1980 : 57), à la différence des règles de l'organisation modifiables *ad libitum* et subordonnées à un objectif. Le mode d'adhésion à ces règles importe peu sur le fond, pour autant que l'on concède qu'est possible une explication où l'individu est acteur conscient de ce choix.

Lorsque Hayek passe explicitement à la terminologie de la systémique des organisations (1983 : x), il ne fait que renforcer la tendance à privilégier la clôture organisationnelle du système. Hodgson (1993 : 157) insiste sur ce point : Hayek recherche une défense du système de marché. L'Autrichien cherche une explication unique pour le contenu des règles de l'ordre abstrait, ou les méta-règles rendant possible l'interaction humaine, et pour les règles de la coordination inter-individuelle. La confusion de l'argument évolutionniste appliqué à l'individu apparaît dans l'imprécision de la notion d'ordre spontané qui fait tantôt référence au premier problème, tantôt au second sous le vocable général de "règles de juste conduite" (Nemo²⁷, 1988 : 71). Hayek soumet logiquement l'individu au point fixe de référence qu'est le système, sauf si le processus d'acquisition de la connaissance individuelle est maintenu au premier plan de l'analyse.

Le problème devient celui de la rationalité de l'adoption par l'individu des règles et des traditions. Hayek parle d'imitation. Le programme de recherche hayekien illustre parfaitement la quadrature du cercle. Transformé en une "théorie évolutionniste de la morale" (Hayek, 1991 : 10) l'analyse ne va pas oublier l'individu au moment de faire référence à des questions éthiques. En revanche, elle va privilégier la recherche au niveau global d'un équilibre ou d'un processus de stabilisation fondé par des arguments éthiques

²⁷ Nemo cite des réflexions convergentes de John Gray et Norman Barry.

et moraux. Dans une analyse autrichienne qui fonde son individualisme méthodologique sur la subjectivité de l'individu (Hayek, 1952-1953 : 47) et se pose le problème ontologique de la liberté²⁸, l'incohérence est levée si les programmes de décision des agents sont reconstitués (explication en principe). L'acceptation aveugle de règles ne peut coïncider avec la notion de rationalité subjective. Il y a une contradiction irréductible chez Hayek entre les deux présentations de l'individu comme "animal-obéissant-à-des-règles" et comme "animal-poursuivant-des-objectifs".

Une analyse institutionnelle de la coordination nécessite une théorie de l'acceptation de la règle qui s'adosse à une vision épistémologique cohérente de l'homme comme individu capable ontologiquement, méthodologiquement et scientifiquement, de connaissance. Accorder la prééminence à la théorie cognitive permet de décrire un programme de recherche où la rétroaction entre le système et l'individu part à son tour de l'individu. Ce programme de recherche est explicitement revendiqué par les épistémologues évolutionnistes, position de plus en plus souvent partagée par les biologistes de l'évolution (par exemple Reichholf, 1990).

Dans le contexte individualiste, le caractère fonctionnel des règles est indispensable pour la cohérence de la théorie. On admet la validité scientifique authentique des jugements de valeur, puisque les valeurs incorporent une connaissance. Porter un jugement de valeur, ce n'est pas renoncer à la rationalité, c'est au contraire mobiliser sa raison pour créer (subjectivement) une connaissance au sein d'un groupe et des valeurs « sociales » qui s'y rapportent (Nemo, 1988 : 88 et *sq.*). En ce sens, le fonctionnalisme est compatible avec l'individualisme méthodologique (Petroni 1991 : 53 n111 ; Elster 1985, 7 ; Elster 1983 : 46-7 ; Hempel 1965 : 326). Les valeurs et normes morales transmises « socialement » sont explicables à partir de processus cognitifs individuels. Elles servent à assurer l'ajustement mutuel des actions dans une société complexe, donc la morale ou l'éthique comportent une forme d'utilité « sociale ». John Gray (1984) parle alors d'utilitarisme « indirect ». Les valeurs ne sont concrètes au plan agrégé qu'à la condition que les agents puissent examiner pourquoi ils y sont attachés, et qu'ils aient la possibilité de remettre en cause les règles ou de les faire évoluer (Hayek 1976-1981 : 20). La morale et le droit sont utiles seulement parce qu'ils créent un ordre social global : chaque individu qui utilise et respecte les règles participe de l'ordre global, le rend plus efficace pour obtenir indirectement la satisfaction de ses requêtes en biens particuliers et, ainsi, renforce l'ordre²⁹. Comme la satisfaction des requêtes ne peut être connue ni visée par ceux qui respectent les règles, on ne peut les considérer comme des moyens pour obtenir satisfaction. L'adjectif 'indirect' utilisé par John Gray est justifié par la médiation à travers l'ordre social global (Nemo 1988 : 89 ; Gray 1984 : 104). C'est une nouvelle manifestation de la causalité circulaire typique des systèmes auto-organisés. L'idéalisme nie cette utilité de la morale, mais certains représentants de l'école autrichienne moderne y voient un fondement épistémique évolutionniste de la coordination spontanée des actions ; ils en font le moteur de la Main Invisible (Radnitzky et Bouillon eds 1995).

²⁸ précisément de la meilleure façon dont les institutions peuvent protéger cette liberté, ou tout au moins l'exercice de cette liberté. Ce qui n'a rien à voir avec le débat sur l'indéterminisme.

²⁹ c'est l'interprétation du verbe anglais *to enforce*.

Il devient alors possible de voir en quoi les positions de Hayek et Hodgson manifestent la même erreur. Sur le fond, la théorie cognitive qu'ils invoquent est critiquable parce qu'elle repose toujours sur l'hypothèse de l'auto-organisation. Hayek la défend, Hodgson la critique. Mais elle est cohérente avec l'individualisme sur le plan méthodologique dès lors que chacun des arguments est étayé par son contenu épistémique. La défense de Hayek et la critique de Hodgson portent en réalité sur l'hypothèse d'auto-organisation. L'argument individualiste n'est qu'un prétexte pour l'un et pour l'autre, car l'enjeu concerne essentiellement la qualification de l'ordre dans lequel l'individu évolue. Les critiques formulées par les deux auteurs envers l'individualisme méthodologique ne s'adressent donc pas en réalité au niveau méthodologique, mais à son ontologie. Le raisonnement cognitif individualiste conduit dans cette dernière section n'est pas exempt de ce reproche lui non plus, même s'il permet au moins de mettre en évidence la source de l'erreur de catégories. Dans la même veine, Boudon caractérise les flux cognitifs individuels « remontant » vers l'ordre par la notion d'effet émergent. Mais, alors que Hayek cherchait à rendre compte de la stabilité du concept d'ordre, Boudon se veut plus général et entend par "émergents" jusqu'à des effets pervers laissant la place au désordre.

La pertinence du recours à une théorie individualiste strictement cognitive de l'évolution des règles peut être illustrée à l'occasion de la notion de concurrence au plan institutionnel. La concurrence entre des règles, et donc entre les systèmes qui utilisent des règles, est un des aspects importants de l'évolution culturelle de Hayek. Buchanan (1982) fait remarquer que la concurrence qui prévaut entre des systèmes de règles n'a rien à voir avec celle qui est vécue tous les jours sur les marchés de biens et services. Dans le cas des biens, la notion de prix relatif est un guide pertinent et efficient du choix parce que la concurrence est horizontale, le choix étant multi-produits, multi-services. La substitution du "meilleur" au "pire" est possible parce que les agents se trouvent face à des alternatives qui peuvent être simultanément observées et comparées. En revanche, dans un contexte institutionnel, les agents se trouvent face à un seul système à la fois, et "les règles alternatives décrivent ce qui pourrait être et non ce qui est" (*ibid.*). Petroni (1992 : 481) précise en outre que rien ne nécessite l'adjonction à cet argument d'hypothèses complémentaires sur la rationalité individuelle. Les agents ne disposent d'aucun moyen cognitif pour comparer leurs expériences de règles alternatives : cela nécessite un horizon temporel qui n'est pas à la même portée de l'individu que la comparaison entre deux biens alternatifs répondant au même besoin (par exemple deux tablettes de chocolat de compositions différentes). Ce type d'expérience cognitive appliquée à des institutions impose aussi que le cobaye ne subisse pas une expérience matériellement irréversible (comme le paiement d'un impôt ou l'exercice de la peine de mort), ce qui restreint tout de même l'analyse.

Dans la mesure des remarques sur la défense ontologique des systèmes auto-organisés, il est possible de déduire que toute analyse institutionnelle est réfractaire à l'application non banale de la théorie de l'évolution. Le concept d'évolution est proprement vide de sens, il s'adosse nécessairement à des présupposés ontologiques. Les deux concepts jumeaux de l'analyse hayekienne, l'évolution et l'ordre spontané, posent le problème de la rationalité de l'agent à travers un dualisme entre nature et individu. Le dépasser dans une analyse de la cognition requiert simplement de constater que "la correspondance entre la nature et notre raison ne découle pas de ce que la nature est rationnelle, mais du fait que notre raison est naturelle." (Munz, 1988 : 77). La théorie de la croissance de la connaissance individuelle

développée par les rationalistes critiques, par les éthologues et par les théoriciens de l'hominisation abandonne l'idée même de régulation externe par le bouclage organisationnel. La primauté du raisonnement est alors donnée au fait que le processus de connaissance individuel sur l'environnement et la perception de cet environnement par l'individu s'élucident pas à pas, dans un processus critique permanent. Dans cette référence et ce contraste ressurgit l'incompatibilité profonde entre le concept d'évolution et la référence à la connaissance individuelle auxquels font référence les hayekiens et les épistémologues évolutionnistes héritiers de Karl Popper. Le malaise ressenti par le lecteur de *Fatal Conceit* peut alors s'expliquer en partie par les questions ontologiques et épistémologiques que la réécriture du testament de Hayek par Bartley n'a pas manqué de greffer à un débat déjà fort complexe.

Conclusion.

La démarche la plus fréquente des théoriciens de l'évolution a consisté à partir de l'extrémité visible (et donc provisoirement finale) du processus -l'homme moderne dans le cas de l'hominisation-, et à tirer dessus comme on tirerait sur une ficelle, pour voir ce qui vient. Dans ce cas, on gomme tous les angles et toutes les bifurcations pour donner une ligne droite ininterrompue qui décrirait la montée de l'évolution depuis les primates jusqu'à l'homme (Reichholf, 1990 : 36). Le processus d'évolution se voit alors connoté d'une finalité bien précise, d'une forme de prédétermination ou tout au moins de causalité. C'est pour l'essentiel la démarche de Hayek : tous les arguments convergent vers la défense et / ou la justification des systèmes auto-organisés, objectif auquel est assimilée la théorie individualiste. En décalage par rapport à sa propre méthodologie, cette pratique de Hayek gomme précisément les éléments cognitifs individuels qui constitueraient les explications endogènes de l'évolution.

L'explication hayekienne des sciences sociales trouve son origine dans la notion de complexité, tant au plan méthodologique qu'économique. La problématique se fonde sur l'articulation entre théorie cognitive et théorie sociale. Développant une théorie évolutionniste de la morale, Hayek se concentre sur une analyse de la relation entre la structure des phénomènes sociaux et leur évolution. L'ambition de Hayek est d'expliquer la validité de la structure de l'ordre spontané (et ce faisant du libéralisme politique) en fonction de l'évolution de l'ordre, au plan agrégé et au plan individuel. Son argumentation n'est pas valide. Au plan macro, il est impossible de justifier *ex ante* le présent et l'avenir sur la base de la constatation *ex post* de l'évolution, sauf à entrer dans une forme d'historicisme ou de déterminisme. Au plan micro, Hayek a expliqué l'évolution des règles mais non des individus qui suivent les règles : il faillit alors à son subjectivisme et son individualisme.

Cette conclusion ne vise pas à rejeter les arguments évolutionnistes ou la méthodologie individualiste utilisés par Hayek. Elle entend seulement préciser que ces arguments doivent être déplacés si le scientifique veut les rendre autonomes de la défense d'un ordre (politique) spécifique. La preuve en est que les commentateurs de Hayek, comme Hodgson ou Vanberg, ont simplement décalé son raisonnement sans pouvoir le corriger. Une autre méthodologie individualiste est possible dans la tradition autrichienne elle-même, à la suite des arguments épistémiques développés dans l'économie de Carl Menger. Ce raisonnement

est repris dans les développements cognitifs de Popper et des rationalistes critiques. Une référence au concept d'évolution y est possible, qui justement ne s'abîme pas dans une forme d'historicisme puisque le moteur de l'évolution réside dans le processus de création de nouvelles connaissances sur l'environnement des agents. Ce programme de recherche repose sur une position en faveur de l'individualisme identifiée comme hypothèse de travail unique dans un cadre cognitif.

Bibliographie

- Antiseri, Dario, 1996, *Trattato di metodologia delle scienze sociali*, ; Torino : UTET.
- Antiseri, Dario, e Pellicani, Luciano, 1995, *L'individualismo metodologico, Una polemica sul mestiere dello scienziato sociale*, Milano : FrancoAngeli (coll. Produzione e riproduzione sociale, Tematizzazioni).
- Bartley W. W. (III), 1984, "Knowledge is a product not fully known to its producers", in Leube et Zlabinger, editors, 1984.
- Bergson, Henri, 1941-1991, *L'Evolution Créatrice*, Paris : PUF coll Quadrige.
- Berkson, William, et Wettersten, John, 1984, *Learning from error*, La Salle, Ill. : Open Court.
- Birner, Jack, et Van Zijp, eds, 1994, *Hayek, Coordination and evolution*, London : Routledge.
- Buchanan, James M., 1982, "Cultural Evolution and Institutional Reform", rep in Buchanan, James M., 1987, *Liberty, Market and State*, Brighton, Wheastheaf Books, pp 33-49.
- Caldwell, Bruce, 1997, « Hayek and socialism », *Journal of Economic literature*, volume XXXV, décembre, pp. 1856-1890.
- Campbell Garnett, A., 1942, "Scientific Method and the Concept of Emergence", *The journal of Philosophy*, vol. XXXIX, n°18, August 27, 1942, présenté partiellement au congrès de la division ouest de la American Philosophical Association, Univ of Wisconsin, April 24, 1942.
- Campbell, Donald T., 1974, "Evolutionary Epistemology", in Schilpp, ed., 1974, *The Philosophy of Karl POPPER*, The Library of Living Philosophers, La Salle, Ill. : Open Court, rep in Radnitzky et Bartley W. W. (III), ed., 1987 (chapitre 2).
- Elster, Jon, 1983, *Explaining Technical Change*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Elster, Jon, 1985, *Making Sense of Marx*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Gray, John, 1984, *HAYEK on Liberty*, New York, Basil Blackwell.
- Gray, John, 1987, "The Economic Approach to Human Behavior : its prospects and limitations", in Radnitzky et Bernholz, editors, 1987.

- Hayek, Friedrich A. von, 1945-1948, « The use of knowledge in society », *American Economic Review*, repris in *Individualism and economic order*, Chicago : The University of Chicago Press.
- Hayek, Friedrich A. v., 1952-1953, *Scientisme et Sciences sociales*, Paris : Plon, 1953 (collection Agora), traduction partielle par Raymond Barre de : *The Counter Revolution of Science, Studies on the Abuse of Reason*, The Free Press of Glencoe, Ill, 1952, rep The Liberty Press, Indianapolis, 1979.
- Hayek, Friedrich A. v., 1955-1967, "Degrees of Explanation", *British Journal for the Philosophy of Science*, vol VI, 1955, rep in Hayek, 1967.
- Hayek, Friedrich A. v., 1964-1967, "The Theory of Complex Phenomena", in *The Critical Approach to Science and Philosophy, Essays in Honour of Karl Popper*, Bunge M. ed., New York, The Free Press, 1964, rep in Hayek, 1967.
- Hayek, Friedrich A. v., 1966-1978, "Dr. Bernard Mandeville, Lecture on a Master of Mind", delivered to the British Academy on March 23, 1966, rep. in Leube et Nishiyama, eds., 1978.
- Hayek, Friedrich A. v., 1967, *Studies in Philosophy, Politics and Economics*, Chicago, The University of Chicago Press, London, Routledge ; Toronto, The University of Toronto Press.
- Hayek, Friedrich A. v., 1967b, « Notes on the evolution of systems of rules of conduct ; The interplay between rules of individual conduct and the social order actions », chapitre 4 pp. 66-81 in Hayek 1967.
- Hayek, Friedrich A. v., 1973, 1976, 1979, *Law Legislation and Liberty*, trois volumes, 1973, Rules and Orders ; 1976, The Mirage of Social Justice ; 1979, The Political Order of a Free People ; London and Henley, Routledge.
- Hayek, Friedrich A. v., 1980, 1981, 1983, *Droit Législation et Liberté*, trois volumes, Paris : PUF collection Libre Echange ; 1980, Règles et Ordres ; 1981, Le Mirage de la Justice Sociale ; 1983, L'Ordre Politique d'un Peuple Libre ; traduction de Raoul Audouin, de Hayek, 1973-1976-1979.
- Hayek, Friedrich A. v., 1991, *Fatal Conceit, the errors of socialism*, (1988) première édition paperback, The University of Chicago Press.
- Hayek, Friedrich A. v., 1994, *Hayek on Hayek, An autobiographical dialogue*, Kresge Stephen and Wenar Leif, eds; Supplement to *The Collected Works of Friedrich HAYEK*, London, New York, Routledge.
- Hempel, Carl, 1965, *Aspects of Scientific Explanation*, New York, The Free Press.
- Henle, Paul, 1942, "The Status of Emergence", *The journal of Philosophy*, vol. XXXIX, n°18, August 27, 1942, présenté partiellement au congrès de la division est de la American Philosophical Association, Vassar College, December 30, 1941.
- Hodgson, Geoffrey M., 1991, « Hayek's theory of cultural evolution : an evaluation in the light of Vanberg's critique », *Economics and Philosophy*, volume 7.

- Hodgson, Geoffrey M., 1993, *Economics and evolution*, Polity Press.
- Hodgson, Geoffrey M., 1998, « The approach to economic institutions », *Journal of Economic literature*, volume XXXVI, mars, pp. 166-192.
- Kresge, Stephen, 1994, « Introduction [biographique] », pp. 1-36 in Hayek 1994.
- Lamarck, 1809, *Philosophie biologique*.
- Lange, Oskar, 1967, « The computer and the market », pp. 158-61, in *Socialism, capitalism and economic growth: Essays presented to Maurice Dobb*, edited by C. H. Feinstein, Cambridge: Cambridge University Press.
- Leroux, Alain, 1997, « L'évolutionnisme de Friedrich Hayek, Une double controverse révélatrice d'une double illusion » (colloque annuel AFSE septembre 1996), *Revue Economique*, volume 48 numéro 3, 751-60).
- Leube, Kurt, et Zlabinger, , editors, 1984, *The political economy of Freedom, Essays in honor of F. A. Hayek on his 85th birthday*, München and Wien, Philosophia Verlag, The Intenational Carl Menger Library.
- Lorenz, Konrad, 1973 *Die Rückseite des Spiegels*, München, Piper & Co Verlag.
- Miller, David, 1989, "The Fatalistic Conceit", *Critical Review*, Spring 1989, pp 310-23
- Munz, Peter, 1988, "Sense perception and the Reality of the World", *Critical Review*, Winter 1988, pp 65-77, commentaire de David Kelley, *The Evidence of The Senses*, Baton Rouge and London, Louisiana State Univ. Press, 1986.
- Nemo, Philippe, 1988, *La Société de Droit selon F. A. Hayek*, Paris, PUF, Libre Echange.
- Petroni, Angelo M., 1991, "L' individualisme méthodologique", *Journal des Economistes et des Etudes Humaines*, volume 2 numéro 1 mars 1991.
- Petroni, Angelo M., 1992, "Le legs de Hayek", *Journal des Economistes et des Etudes Humaines*, volume 3 numéro 4 décembre 1992.
- Polanyi, Michael, 1948-1989, "La portée de la gestion centralisée", "The span of Central Direction", The Manchester School, 1948, rep in Polanyi, Michael, 1951-1989.
- Polanyi, Michael, 1951-1989, *La logique de la liberté*, traduction française et introduction de Philippe Nemo, Paris : Presses Universitaires de France, Collection Libre Echange, 1989. *The Logic of Liberty, Reflections and Rejoinders*, The University of Chicago Press, 1951, Midway Reprint, 1980.
- Popper, Karl, 1944-1988, *Misère de l'Historicisme*, 1988, Paris, Plon, Presses Pockett, Agora, traduction par Hervé Rousseau reprise par Renée Bouveresse de *The Poverty of Historicism*, pub pour la première fois in *Economica*, 1944, vol 11 et vol 12.
- Popper, Karl, 1972, *Objective Knowledge*, Oxford Univ. Press.
- Popper, Karl, 1974-1981, *La Quête Inachevée, Autobiographie Intellectuelle*, Paris, Calmann Lévy, Presses Pokett, Agora, 1981, traduction de Renée Bouveresse de *Unended Quest*, première publication in Schilpp ed. 1974.

- Popper, Karl, 1982-1984, *L'univers irrésolu, Plaidoyer pour l'indéterminisme*, Postscript à la Logique de la Découverte Scientifique, vol II, édité par Bartley W. W. (III) et traduit par René Bouveresse, Paris : Editions Hermann, 1984.
- Popper, Karl, et Eccles, John, 1977, *The Self and its Brain, An argument for interactionism*, Berlin, Heidelberg, New York, London : Springer International Verlag.
- Radnitzky, Gerard, et Bartley W. W. (III), editors, 1987, *Evolutionary Epistemology, Rationality and the sociology of Knowledge*, La Salle, Ill. : Open Court.
- Radnitzky, Gerard, et Bernholz, Peter, eds; 1987, *Economic Imperialism, The Economic Approach applied outside the field of economics*, colloque tenu à Vienne en juin 1984, New York, Paragon House, *Professors World Peace Academy*.
- Radnitzky, Gerard, et Bouillon, Hardy, eds., 1995, *Values and Social Order*, tome 1 : *Values and Society*, Tome 2 : *Society and Order*, Aldershot, Avebury, *Avebury Series in Philosophy*.
- Reichholf, Josef H., 1990, *Das Rätsel der Menschwerdung. Die Entstehung des Menschen in Wechselspiel mit der Natur*, Munich, 1990 : Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH Co.
- Rizzo Mario et O' Driscoll Gerald P., 1985, *Economics of Time and Ignorance*, New York, Basil Blackwell.
- Schilpp, P. A., editor, 1974, *The Philosophy of Karl Popper*, La Salle, Ill. : Open Court, collection *The Library of Living Philosophers*.
- Schmidt, Christian et David W Versailles, 1999, « Friedrich Hayek vs. Karl Popper : Eléments pour un débat sur la connaissance économique », communication au colloque de Cerisy-la-Salle consacré à "Hayek et la philosophie économique", 24-31 août 1999, à paraître.
- Sugden, Robert, 1988-1989, « The evolution of the market », *Humane Studies Review*, volume 6, numéro 2 (winter 1988-1989).
- Vanberg, Viktor, 1986, "Spontaneous Order and social Rules : a critical examination of Hayek 's Theory of Cultural Evolution", *Economics and Philosophy*, volume 2 numéro 1.
- Versailles, David W., 1998, *Subjectivisme et science économique, L'apport de l'épistémologie popperienne à la démarcation entre économie et psychologie*, Thèse pour le doctorat de l'université de droit, d'économie et des sciences d'Aix-Marseille, Mention sciences économiques, février.
- Voigt, Stefan, 1991, « On the internal consistency of Hayek 's evolutionary oriented constitutional economics. Some general remarks », *Zeitschrift für Wirtschaftspolitik*, volume 40 numéro 2.
- Witt, Ulrich, 1992, "Evolution as a theme for a new heterodoxy in economics", in Witt, Ulrich, editor, 1992, chapitre 1.

Witt, Ulrich, 1994, « The *Theory* of societal evolution », in Birner, Jack, et Van Zijp, eds, *Hayek, Coordination and evolution*, London : Routledge.

Witt, Ulrich, editor, 1992, *Explaining Process and Change, Approaches to Evolutionary Economics*, Ann Arbor : The University of Michigan Press, collection Economics of Cognition and Society.

**C. REP, 1999,
“Une théorie hayekienne de la
connaissance économique ?”
co-auteur Christian Schmidt**

Références :

- SCHMIDT, Christian, et David W VERSAILLES, 1999, « Une théorie hayekienne de la connaissance économique ? », *Revue d'économie politique*, vol°109, n°6, nov-déc 1999, pp. 817-832.

RÉSUMÉ : Approfondissant la nature et le contenu des hypothèses sur la connaissance économique, Hayek emprunte deux directions différentes. D'une part il analyse les connaissances mobilisées par les agents, d'autre part il cherche à dégager les connaissances nécessaires à l'explication des processus économiques. Hayek intègre cette recherche dans une synthèse sur la spécificité des sciences sociales et fait *in fine* l'hypothèse que le problème de la connaissance posé à l'économie se concentre sur l'analyse de l'action des hommes, mais non de leurs desseins. Cet article aboutit à trois résultats qui démontrent qu'au long de sa recherche, Hayek a perdu en compréhension ce qu'il a gagné en extension. Il pressent l'importance des arguments cognitifs, mais il peine à dégager une méthodologie cohérente. Sa recherche des fondements microéconomiques en termes épistémiques aboutit paradoxalement à éliminer la théorie des choix individuels de l'analyse économique, au prétexte que l'objet de la matière est associé à des problèmes de coordination pure. Enfin, l'analyse rétrospective des pistes ouvertes dans son projet initial se révèle beaucoup plus riche que les hypothèses souvent hâtives de son projet final : l'articulation d'une réflexion sur les voies et moyens de la coordination et d'une démarche cognitive demeure un programme de recherche indispensable pour le renouvellement de la connaissance économique, qui peut toujours bénéficier des pistes ouvertes par Hayek.

ABSTRACT: Investigating the nature and content of the hypotheses about economic knowledge, Hayek takes up two different paths. On the one hand, he draws his attention on the knowledge used by the agents in the course of the economic process; on the other hand, he seeks for the theoretical knowledge required to explain the economic processes. His research is part of a broader program pointing out the specificity of the social sciences. Hayek makes a specific assumption: the knowledge problem economics ought to solve is associated to the coordination of human actions, but not of human design. We have three results, all demonstrating that what has been achieved by Hayek in extending his argument has been lost in comprehension. First, even though Hayek has the premonition of the relevance of the cognitive points, he fails to adopt the relevant methodology to manage them, what makes his program weaker. Second, his research of the epistemic micro-foundations of economics leads him paradoxically to do away the individual choice theory from economics, because of the importance stressed on the problems of the system-wide coordination. Thirdly, a retrospective examination of Hayek's first program reveals its richness as compared to the general outline of his later oeuvre: inquiring the ways and means of coordination in conjunction with an epistemic and cognitive individual theory is still a work in progress.

Parti d'une réflexion sur les difficultés de la prévision économique, (cf. texte Carlo Zappia dans ce volume), Hayek se trouve conduit à approfondir la nature et le contenu des hypothèses sur la connaissance économique. Cette recherche qu'il poursuit pendant plus de trente ans emprunte deux directions différentes qui, dans son esprit, demeurent étroitement liées. Il s'agit d'une part d'analyser les connaissances disponibles mobilisées par les agents au cours du déroulement des processus économiques et, d'autre part, de dégager les connaissances nécessaires à l'explication de ces processus en vue de comprendre les phénomènes observables auxquels ils donnent naissance. De l'équilibre au marché en passant par les institutions, rien de ce qui constitue l'objet de l'Economie n'échappe à cette enquête, comme cela a déjà été montré dans le cas de l'équilibre (cf. texte Richard Arena).

Une précision sémantique préalable s'impose toutefois. Hayek ne traite jamais de l'information économique, mais de la connaissance économique. Cette distinction prend rétrospectivement toute sa signification. Par information on entend aujourd'hui le plus souvent un message (ou un signal) dont le contenu est mesurable³⁰. La connaissance se distingue de l'information pour un trait essentiel. Elle concerne l'ensemble des croyances et des représentations des individus, indépendamment de tout message particulier susceptible de mesure. A la limite on peut imaginer une connaissance qui ne véhicule aucune information au sens précédent. Tel est le cas, par exemple, d'un code ou d'un dictionnaire. Lorsque Hayek entreprend d'introduire cette dimension cognitive dans l'analyse des phénomènes économiques, il est clair qu'il se réfère à la connaissance et non pas à l'information. Par opposition au « simple savoir-faire » [*skill*] qui constitue une forme particulière de la connaissance, Hayek définit la connaissance dans son acception la plus large comme la référence qui permet de donner un sens à ce savoir. Il insiste à différentes reprises sur la nécessité que cette connaissance puisse être partagée par plusieurs individus (Hayek [1937]). Ramener la théorie de la connaissance économique dont Hayek esquisse l'élaboration à une simple théorie de l'information constituerait donc un contresens. Cette formulation de l'information est plus ou moins directement dérivée du traitement de l'entropie proposé par Shannon (cf. Shannon et Weaver [1949]).

La démarche suivie par Hayek passe par trois étapes distinctes, qui marquent quelques inflexions dans sa pensée. Dans une première étape, concrétisée par la publication de « Economics and knowledge » [1937], Hayek prend la mesure des problèmes, repère ses principales implications et jette les bases de son approche. Il en précise certains points concernant notamment le traitement des données empiriques (Hayek [1943]) et l'organisation sociale (Hayek : [1945]). Dans une seconde étape, il intègre l'ensemble de ces réflexions dans une synthèse plus générale sur la spécificité des sciences sociales où l'économie prend sa place (Hayek [1952a], [1953]). Au cours d'une dernière étape, il affine cette synthèse et se concentre sur l'hypothèse centrale qui, selon lui, relie les deux problèmes de connaissance posés par l'économie, au point de n'en constituer qu'un seul : le résultat de l'action des hommes, mais non de leurs desseins.

Nous nous proposons de montrer que ce que Hayek a gagné en extension tout au long de cette recherche, il l'a perdu en compréhension. La première partie de notre article

³⁰ Cette formulation de l'information est plus ou moins directement dérivée du traitement de l'entropie proposé par Shannon (cf. Shannon et Weaver [1949]).

reviendra sur les origines et sur le contexte de la réflexion de Hayek : Hayek pressent l'importance des arguments cognitifs à travers le débat sur le planisme mais, entre les positivistes logiques et Popper, il peine à dégager une méthodologie cohérente pour sa recherche en économie. La seconde partie se livrera à une analyse détaillée des relations entre faits économiques et connaissance économique. A partir d'une typologie des niveaux de connaissance mise en évidence autour de trois piliers (logique, analytique et interprétatif), nous montrons comment Hayek élabore une théorie de la connaissance scientifique compatible avec la connaissance parcellaire et partielle des agents économiques. Faisant de la catallaxie le mécanisme cognitif créateur de l'ordre de marché, il demeure toutefois prisonnier de sa lecture des phénomènes de coordination pure. Cela explique à la fois l'insuccès final de son entreprise et l'intérêt contemporain de ses premiers travaux qui anticipent de manière originale plusieurs facettes de l'analyse économique la plus récente.

Aux origines des interrogations hayekiennes sur la connaissance économique

L'économie offre à Hayek un champ privilégié pour l'investigation des dérives « scientistes » qu'il entreprend de dénoncer. Cela permet de mettre en évidence deux sources de sa réflexion : la première origine réside dans le raisonnement sur la prévision en science économique à travers le débat sur la possibilité du calcul dans les économies socialistes, et la seconde dans l'influence qu'exerce, *a contrario*, la méthodologie des positivistes logiques sur sa propre réflexion méthodologique.

Une approche cognitive du processus économique

Les positions de Hayek et de Mises sur l'économie comme science compositive (leur individualisme méthodologique hérité de Carl Menger) les conduisaient à la conclusion abrupte d'une imprédictibilité plus ou moins radicale dans les sciences sociales. Cette vision commune confortait leur anti-interventionnisme. Elle se fonde sur une argumentation voisine de celle qui les conduisit à conclure à l'impossibilité du calcul socialiste.

Pour contester la possibilité du calcul dans les économies socialistes Hayek et Mises se situent au niveau des calculs individuels : la question fondamentale se ramène à la capacité du plan à obtenir les résultats qui répondent aux attentes des agents. Certes des distinctions sont à faire entre la perspective du calcul que développe Mises et la théorie de la connaissance qui préoccupe Hayek (Salerno [1993]), mais dans les deux cas l'analyse n'entre pas dans le détail des motivations psychologiques des agents. Hayek ([1935a]) explique que le développement de la théorie de la valeur est nécessaire pour marquer la différence entre les problèmes techniques et économiques, retrouvant alors la combinaison de la théorie de la répartition [*Zurechnung*] et la théorie subjective de la valeur issue de la tradition mengerienne. Le problème de la valeur étant correctement posé en termes subjectifs, l'impossibilité du planisme devient une simple question de logique dans laquelle la connaissance individuelle constitue la variable stratégique. Le point n'est pas que les économies socialistes ne connaissent pas le calcul sous une forme ou une autre. D'une

manière plus fondamentale, la critique ne vise pas l'impossibilité formelle d'un calcul économique dans les économies socialistes, mais le problème d'information insurmontable auquel se heurte le planificateur³¹ : comme il ne connaît ni les choix ni les programmes de décision des agents, il ne peut s'appuyer dans son calcul ni sur les connaissances individuelles ni sur les préférences qui en découlent.

Le planificateur doit toujours prendre des décisions qui engagent le système dans sa globalité [*system-wide*] et donc réaliser des comparaisons interpersonnelles entre les préférences des agents. Les prix monétaires et la propriété privée sont les piliers de la critique autrichienne parce qu'ils permettent aux agents de réaliser leurs anticipations et d'élaborer leurs programmes de décision intertemporels. C'est ainsi que la conjonction de la recherche de l'intérêt individuel, du subjectivisme et de la propriété privée permet de postuler l'efficacité coordinatrice du marché. Dans cette version hayekienne de l'analyse critique du planisme ([1945]), le débat se déplace. Il se centre sur l'individualisme qui prend une dimension cognitive. L'analyse économique a pour objet de rendre compte du processus individuel de connaissance comme d'un mécanisme d'essais et d'erreurs. Hayek déduit naturellement la nature spécifique des faits sociaux de cette vision cognitive de la « connaissance » économique caractéristique du comportement des agents. Ce lien conduit également à une vision de la science économique centrée sur la coordination des plans individuels. La constatation de l'émergence de conséquences non intentionnelles des actions individuelles vient compléter l'analyse de la coordination au niveau du système, en adjoignant aux faits strictement individuels les manifestations « pures » (Nozick [1977], 359) de la coordination qui ne peuvent pas leur être « reconduites » [*zurückführen*] sous forme univoque. Ce doublet représente la marque distinctive de l'économie hayekienne, et constitue le cœur du programme de recherche autrichien moderne.

Pour des raisons diverses, Hayek, Mises et Morgenstern voyaient alors le marché comme un système de communication dans lequel les liens interindividuels reposent sur de l'information incomplète et imparfaite. Chez Hayek, chacune des améliorations découlant des informations empiriques ou des statistiques descriptives qui servent de référence à l'action des agents contribue à faciliter une tendance vers l'équilibre. Ces vues inspirent non seulement les travaux économiques, mais encore les textes de Mises ([1933], [1940]) et Hayek (*e.g.* [1937]) du début des années 1930 d'inspiration plus méthodologique. Morgenstern est alors sous leur influence et la première publication du Oesterreichisches Institut für Konjunkturforschung (alors que Hayek en était directeur, avant que Morgenstern ne lui succède à ce poste) fut le traité de Morgenstern (1928) sur *Wirtschaftsprognose* (*Economic Forecasting*). Morgenstern y limitait sa critique à la viabilité des prédictions économiques mais il n'entendait pas la généraliser au point d'en faire une méthodologie de la science économique, à la différence de Hayek et de Mises (*cf.* texte Carlo Zappia dans ce volume).

³¹ Hayek considère même que la théorie des choix (ou le calcul économique) serait très utile au directeur du plan d'un système économique complètement planifié. Un tel exercice cependant ne relèverait pas pour lui de la science économique (*cf.* [1953], chap 4, n 2 p 55).

Tâtonnement méthodologique et synthèse finale

Partant d'une lecture cognitive de la nature spécifique des faits sociaux, Hayek développe une position méthodologique qui le conduit à mettre à l'index la croyance selon laquelle les pratiques des sciences de la nature s'appliquent aux réalités sociales. Ces développements désignés comme la dérive scientiste sont également associés aux positions finalistes et totalistes caractéristiques de « l'esprit de l'Ecole Polytechnique » et du cartésianisme des ingénieurs et des planistes (Hayek, 1952a : chapitre 11 ; 1952a : 25, « *engineering type of mind* » traduit par « mentalité polytechnicienne » in Hayek, 1953 : 13). Hayek critique le holisme au nom d'une compréhension erronée de ce qu'est réellement la méthode des sciences naturelles ([1952a], 23). Dans *Counter-revolution of science* ([1952a]), Comte et Neurath figurent parmi les cibles favorites de Hayek ; dans la seconde partie (non traduite dans la version française *Scientisme et sciences sociales* ([1953]), Saint-Simon et la tradition des ingénieurs français leur sont adjoints (Nadeau, [1986] §2 pp. 129 *sq.*). Il est significatif que Hayek ne fasse pas référence à l'œuvre économique de Neurath, liée à son expérience au gouvernement planificateur de Bavière dans les années 1920³², et qu'il se contente de commenter son physicalisme.

Neurath présente une synthèse entre les thèses naturalistes (positivistes) et anti-naturalistes (historicistes), en soutenant qu'il existe un langage unifié unique permettant de décrire les objets concrets, à partir de leurs mouvements dans l'espace et dans le temps. Sous son influence, Carnap et le Cercle de Vienne refondent le concept de signification, et tentent de construire un langage (unifié) de la science (unifiée) qui permet de formuler *tous* les énoncés scientifiques légitimes, sans qu'on puisse l'utiliser pour des théories métaphysiques. Cela conduit à formuler la démarcation entre science et métaphysique, et permet ainsi de libérer la Science vraie de la métaphysique (par exemple la psychologie devient alors le behaviorisme). Selon les positivistes logiques, tous les états mentaux doivent (pouvoir) être traduits par des énoncés relatifs aux mouvements spatio-temporels du corps physiques. Pour cette raison, les besoins et les préférences des agents se trouvent automatiquement évacués du champ de l'analyse scientifique— ce que rejette Hayek pour l'économie ([1943], 59). La méthodologie de la recherche du Cercle de Vienne repose en définitive sur l'induction, que Neurath croyait valide pour confirmer le test des énoncés protocolaires et à laquelle Carnap donnera sa forme définitive. Cette approche ne satisfait pas Hayek, ce qui explique en partie son engouement pour la *Logik der Forschung* de Popper. Popper y développe une méthodologie concurrente (dont les deux piliers sont le rejet de l'induction et du justificationnisme [*Begründungsphilosophie*]) et qui autorise Hayek à poursuivre dans la voie subjectiviste. En abandonnant en 1937 l'épistémologie misesienne pour adhérer à la philosophie de Popper (Hutchison [1994], 217), Hayek recherche délibérément un moyen de relier à une recherche de la scientificité le contenu empirique cognitif de ses théories économiques. Certes les thèses du Cercle de Vienne lui permettent une clarification des propositions contenues dans le langage économique, mais elles réduisent le subjectivisme de la connaissance économique à une métaphysique invérifiable. Le titre « *Economics and knowledge* » est sur ce point significatif. Par delà certaines ambiguïtés et incompréhensions (Schmidt et Versailles [1999]), Hayek et Popper ouvrent ensemble deux fronts contre Neurath, en philosophie des sciences et en analyse

³² Alors que justement Popper y fait référence dans *Poverty of historicism* [1944-1988].

économique. Si le propos méthodologique de Popper reste très nuancé sur le statut de la psychologie et que Hayek limite sa démonstration à exposer que la connaissance requise pour mener un calcul économique et gérer la complexité du marché ne peut être obtenue qu'à partir des connaissances tirées du marché, les deux auteurs convergent sur le fait que l'histoire ne permet pas de développer d'assertion nomologique.

Le raisonnement méthodologique de Hayek permet de définir la nature du lien la science économique et les faits sociaux, qui caractérise pour lui la connaissance économique. A travers les critiques adressées au physicalisme de Neurath et au positivisme de Comte, Hayek s'attache à rejeter toute forme de constructivisme qui ne respecte pas le « caractère subjectif des données dans les sciences sociales » (*sic* le titre du chapitre 3 dans Hayek [1953]). Le propos de Hayek n'a rien à voir avec une recherche en psychologie, puisqu'il ne s'attache pas à rechercher le contenu de la connaissance des agents, mais à constater que les effets de la division de la connaissance sont aussi importants pour l'analyse économique que la division du travail ([1937] 49-50 et n 1). Les questions de coordination « pure » qui occupent l'économiste se traduisent ainsi par le passage des données subjectives de la connaissance individuelle à des faits objectifs. Les aptitudes individuelles intéressantes pour l'analyse de l'agent se rapportent toutes à la façon dont chacun use de son stock de connaissance pour comprendre [*begreifen*] les processus qui l'environnent. En ce sens, la connaissance individuelle dont disposent les agents pour permettre d'évaluer des actions alternatives équivaut analytiquement à des « prévisions ». Comme le dit lui-même Hayek : « knowledge [...] is identical to foresight only in the sense in which all knowledge is capacity to predict » ([1937] n 1 p 50)³³. La cible de l'analyse économique se trouve alors délimitée autour de la question de l'utilisation par les individus de cette connaissance économique, tandis que son objet scientifique réside dans la connaissance du phénomène de coordination auquel cet usage peut donner naissance.

Vers une théorie de la connaissance économique

Les racines historiques et philosophiques du projet de Hayek qui ont été rappelées éclairent les différentes étapes de son développement qui seront analysées maintenant. Il convient toutefois d'observer que les préoccupations méthodologiques voire épistémologiques de Hayek ne sont jamais chronologiquement séparées de ses travaux d'économie positive sur le capital, les fluctuations, l'équilibre, et même la monnaie. On serait tenté d'aller plus loin encore dans cette direction en soutenant que c'est de leur imprégnation mutuelle qu'est née précisément ce projet original d'une théorie de la connaissance économique.

Les trois piliers de la connaissance économique

La connaissance économique selon Hayek repose sur trois piliers. Un pilier logique hérité de la distinction chère au positivisme logique entre les propositions formelles sans contenu sémantique particulier et les propositions significatives dont le contenu est exclusivement empirique (Hayek [1937],) ; un pilier analytique qui se manifeste au travers de la distinction des différents niveaux de connaissance ; un pilier interprétatif enfin qui rend

³³ Mais Hayek prend soin de préciser dans cette note que la prévision ne correspond qu'à une partie seulement de la connaissance, celle où la notion de connaissance est la plus proche de l'information.

possible la transformation des connaissances subjectives des données empiriques en une connaissance « objective ». Sans entrer dans l'analyse détaillée de chacun de ces piliers, on dégagera ici leurs principales conséquences sur l'appréhension des phénomènes économiques.

Le pilier logique permet d'identifier au sein du corpus économique un sous-ensemble qualifié par Hayek de « pure logique des choix ». Ce bloc conduit par déduction à des tautologies qui ne prennent un sens empirique, et donc économique, que pour autant qu'il se trouve enrichi par des données factuelles. En stricte application sur ce point du positivisme logique, ces données factuelles exigent au préalable la définition d'un domaine d'interprétation empirique. Deux conséquences importantes en résultent. En premier lieu, la pure logique des choix n'est pas suffisante pour garantir l'équilibre résultant de l'égalisation des productivités marginales des différents facteurs de production. Il faut y ajouter une série d'hypothèses complémentaires, relatives notamment à la connaissance par les détenteurs des facteurs de l'ensemble de leurs usages alternatifs directs et indirects (Hayek [1937] 50 n 1). Hayek s'écarte ainsi de la version standard du marginalisme qui s'imposera ultérieurement à l'analyse économique. En second lieu, le statut de ces données empiriques pose problème, ce qui ouvre la voie à la dimension interprétative de la connaissance économique. D'un côté, en effet, les données dont on dispose sur la réalité sociale sont exclusivement subjectives ; d'un autre côté, ces données ne peuvent véhiculer une connaissance sur la réalité économique que si elles renvoient à des croyances partagées par les membres de la société (Hayek [1943]).

Mais Hayek se livre auparavant à une analyse plus détaillée de la connaissance que les agents peuvent avoir de ces faits. Leur qualification de « données » implique que leur contenu est donné, c'est-à-dire mis à la disposition de chaque individu. Cette connaissance empirique varie d'un individu à l'autre, non seulement en raison de leurs différences irréductibles, mais également en fonction de la position qu'ils occupent dans le processus économique. Cette analyse résulte d'un compromis hayekien entre son adhésion à l'individualisme méthodologique et l'attraction qu'exerce sur lui Max Weber et sa conception de la compréhension sociale (Hayek [1943]). En poursuivant cette idée Hayek se trouve conduit à formuler plusieurs distinctions. La première entre l'observateur et l'acteur des processus économiques. Elle est complétée par deux sous-distinctions, l'une entre l'économiste théoricien et l'observateur, l'autre entre les agents économiques eux-mêmes, selon qu'ils partagent ou non la connaissance détenue par les autres agents sur le phénomène auquel ils participent (Hayek [1937]).

Cette typologie des niveaux de connaissance, qui préfigure les distinctions épistémiques introduites récemment par les théoriciens des jeux (Samet [1990], Geanakoplos [1994], Bacharach [1994], Aumann [1999]), entraîne des conséquences directes sur la théorie économique. Il n'est pas admissible pour Hayek de confondre la connaissance de l'économiste « supposée objective » avec celle des différents opérateurs économiques. Cet argument est suffisant pour chasser de l'économie hayekienne le commissaire priseur walrasien de l'équilibre général au même titre que le joueur omniscient de la théorie des jeux classique. Par ailleurs, et de manière plus subtile, Hayek suggère à diverses reprises que la coordination effective d'agents disposant de connaissances subjectives différentes sur la réalité requiert au minimum que les agents économiques partagent certaines connaissances. Il pressent que l'accès à l'équilibre au sens d'une compatibilité des plans

individuels présuppose un partage de croyances. Cette idée est importante, moins en raison de ses affinités avec l'approche adoptée par les théoriciens de jeux pour s'attaquer au problème de la coordination, mais parce qu'elle s'en distingue. Hayek ne suggère à aucun moment que ces niveaux de connaissance s'appliquent à la rationalité. Sa notion de connaissance partagée est différente de la « connaissance commune » de la rationalité qui prévaut chez les théoriciens des jeux classiques. La réinterpréter en ces termes équivaldrait à un contresens rétrospectif. Pour Hayek, en effet, la rationalité au sens où l'entendent les théoriciens des jeux classiques appartient au bloc formel de la « pure logique des choix ».

Il reste à expliquer la nature et l'origine de ces croyances partagées. C'est là qu'intervient le troisième pilier de sa construction, consacré à l'interprétation. Hayek hésite entre deux explications : ou bien ces croyances partagées par les agents d'une société doivent être elles-mêmes considérées comme des réalités particulières inhérentes aux phénomènes étudiés par les sciences sociales (Hayek, [1952a]), ou bien elles sont le résultat d'un processus d'apprentissage ([1952b] sections 8.13, 8.20 et 8.25). Hayek pense que ces deux éléments explicatifs sont tout à fait compatibles et caresse l'idée d'en proposer une synthèse. Ce projet demeure chimérique. Non seulement les deux versions qui ont été rappelées ne conduisent pas au même résultat, mais elles se révèlent difficilement conciliables d'un point de vue logique. Si ces croyances fonctionnent comme un code dans lequel s'inscrivent les informations factuelles des agents, qui sont subjectives par définition, on peut toujours expliquer leur appréhension de ce code par les procédures d'apprentissage individuel. Mais on voit mal comment ce type d'explication serait capable de rendre compte du code lui-même. Cette difficulté rencontrée par Hayek pourrait être à l'origine de l'infléchissement de ses centres d'intérêt vers la constitution et le droit.

Des connaissances au savoir économique.

La seconde étape du travail de Hayek s'inscrit dans le prolongement direct de la distinction initiale entre les connaissances des agents économiques, nécessairement partielles et fragmentaires, et la connaissance dont peuvent disposer les économistes sur ces agents, déjà formulée dans l'article de 1937. On pourrait penser qu'il s'agit là d'un simple approfondissement des niveaux de connaissance. Mais le raisonnement développé par Hayek dans *Scientisme et sciences sociales* ([1952a], [1953]) est plus complexe. Les connaissances prennent appui sur des opinions ou des idées. Entre les opinions des uns et les idées des autres, la différence n'est pas seulement de niveau mais également et surtout de nature. Les représentations qui guident les agents économiques dans leurs actions n'ont aucune raison d'être les mêmes que celles qui inspirent les économistes, ce qui ne veut pas dire, naturellement, que les agents économiques n'aient pas eux-mêmes leurs idées des phénomènes économiques d'ensemble auxquels ils participent. Il s'agit cependant de deux catégories d'idées qui ne visent pas le même objet et ne se recoupent qu'imparfaitement. Les premières sont qualifiées par Hayek de « constitutives » parce que ce sont elles qui sont à l'origine des phénomènes sociaux eux-mêmes. Ainsi les transactions économiques qui conduisent aux processus de marché ne peuvent être définies sans référence aux idées qui poussent les transacteurs sur le marché. Mais le marché, de son côté, constitue également une construction intellectuelle dont le but est de rendre intelligible les transactions observées - or la représentation du marché est rigoureusement indépendante des idées qui guident les transacteurs dans les processus marchands. De même les

croiances qui poussent les agents économiques peuvent être sans rapport avec les idées qu'ils se font du fonctionnement du marché, elle-même différente de l'idée qu'en ont les économistes (Hayek [1952a] §4).

Si cette distinction entre ces deux catégories d'idées n'est pas assimilable à de simples niveaux de connaissance, la dichotomie opérée de cette manière par Hayek ne coïncide pas non plus avec l'opposition classique en matière de savoir scientifique entre l'observateur et le phénomène observé. On la retrouve pour Hayek en chaque opérateur qui, tout à la fois, est mû par certaines idées et construit des représentations intellectuelles qui lui permettent, par exemple, d'interpréter les résultats de ses actions qu'il n'avait pas prévus (Hayek, [1953] 50). Cette dichotomie hayekienne soulève un certain nombre d'interrogations. Elles sont d'abord imputables à un usage indifférencié, chez Hayek, des notions d'idée, d'opinion et de croyance pour qualifier les catégories qu'il a distingué. Elles résultent en second lieu de l'absence d'une analyse précise des relations entre la connaissance économique qui fait l'objet de son article de 1937 et les idées et autres représentations qui concourent à l'économie traitée dans ses publications ultérieures (Hayek, [1952a], [1953]). Une explication de ces flottements peut être trouvée dans l'évolution des centres d'intérêt de Hayek. Sa réflexion initiale sur le traitement de la connaissance en économie reste interne à l'analyse économique. Elle l'amène à s'interroger sur la spécificité de la connaissance en économie par rapport à d'autres formes de la connaissance scientifique et, par conséquent, à considérer cette fois l'analyse économique de l'extérieur avec plus de distance. Cette nouvelle perspective ne l'empêche pas de prendre des positions qui ont une incidence directe sur de la science économique. Nous nous contenterons d'en mentionner quelques unes.

Hayek voit dans l'existence de ces deux catégories d'idées un trait spécifique de la connaissance des phénomènes sociaux. Il en déduit une différence d'ordre méthodologique qui renforce, à ses yeux, la pertinence de l'individualisme méthodologique pour appréhender les réalités économiques. S'il est nécessaire, en économie, de partir des unités individuelles, c'est parce qu'elles sont plus faciles à appréhender en raison de la connaissance directe que nous pouvons avoir des idées qui guident les actions des individus (Hayek [1953] § 31). Faute de cette connaissance directe, dans le cas des réalités d'ordre naturel, force est alors de partir directement des phénomènes complexes. C'est pourquoi, tandis que les individus constituent les données naturelles des sciences sociales, les unités individuelles comme l'atome correspondent dans les sciences de la nature à des constructions ([1953], chap 4 p 53 et n 1 p 54).

La portée de cette observation en apparence banale dépasse l'argument courant en faveur des fondements microéconomiques en sciences sociales. Car si les individus et leurs actions constituent l'unité de référence de toute analyse économique, il n'en résulte pas pour Hayek que l'explication des décisions individuelles, fussent-elles multiples, constitue l'objet de la science économique, tout au contraire. Hayek distingue sur cette base la science économique de la psychologie. On pourrait étendre aujourd'hui cette ligne de démarcation aux sciences de la décision. Ainsi, l'axiomatique de la décision rationnelle de Savage [1954] pas plus que sa contestation empirique par les différentes expériences que Kahneman et Tversky ont théorisé de manière inductive (Kahneman et Tversky [1979]) ne relèvent pour Hayek de la science économique. La première parce qu'elle appartient à la « logique pure du choix », la seconde parce qu'elle fait partie de la psychologie.

L'élément le plus intéressant de la position soutenue par Hayek se trouve ailleurs. Il est également le plus délicat à justifier. C'est au nom de deux arguments opposés que les fondements microéconomiques proposés par Hayek éliminent curieusement la théorie du choix individuel du champ d'investigation de l'Economie, pour reprendre la terminologie de « Economics and knowledge ». L'investigation des choix individuels relève tout à la fois de la connaissance tautologique des mathématiques et d'une connaissance commune, intuitivement partagée par tous les individus, une conclusion qui aboutit par de tout autres moyens à une position assez voisine de celle soutenue aujourd'hui par Hildenbrand ([ref]). On connaît par ailleurs l'opposition radicale de Hayek à l'approche macroéconomique, au nom de son opposition à toute forme de holisme. Quel est donc l'objet scientifique mystérieux auquel renvoient ces fondements microéconomiques ? La réponse est clairement formulée dans *Counter-revolution of science* : « C'est seulement dans la mesure où un ordre apparaît comme le résultat de l'action individuelle, mais sans avoir été voulu par l'individu, que se pose un problème appelant une solution théorique » (Hayek [1953] chap 4, p 56).

Connaissance des règles et ignorance des conséquences imprévisibles des décisions économiques

L'enquête entreprise par Hayek se poursuit dans les années 1960 dans deux directions apparemment contradictoires. D'un côté il limite le domaine scientifique de la connaissance économique à la résolution d'un problème, certes complexe, mais unique, celui de la coordination des actions individuelles dont les conséquences sont non prévues (et partant non connaissables) par les agents. D'un autre côté il tend à dissoudre la singularité de la science économique dans l'ensemble des sciences de la société. L'une et l'autre représentent un aboutissement de ses travaux antérieurs.

On trouve déjà dans « The use of knowledge in society » [1945] une tentative d'articulation entre le problème de la coordination des activités et celui de la connaissance économique. Mais la formulation retenue souffre de deux insuffisances. En premier lieu le choix des actions est assimilé à des plans individuels. Ensuite et surtout c'est l'usage de la connaissance plutôt que la connaissance économique elle-même qui est retenu. Cette connaissance coïncide ici avec le « savoir faire » qui guide les opérateurs économiques. Mais elle n'est pas pour autant réductible aux informations transmises sur les opportunités du marché (Hayek [1945] §5). Il en résulte que l'allocation de cet usage de la connaissance, au sens étroit de « The use of knowledge », ne permet pas de résoudre le problème de la coordination tel qu'il est formulé dans « Scientism and the study of society ». Pour mener à bien ce programme, Hayek doit revenir sur l'origine de ses recherches en s'attachant à dégager ce qui relie la coordination aux difficultés rencontrées par la prévision économique. Il lui faut également réexaminer la pertinence de la typologie des idées proposées dans *Counter-revolution of science*, en approfondissant en particulier l'analyse des idées « constitutives » (Hayek [1953] chap 4 pp. 52 sq.).

Ce n'est malheureusement pas ainsi que Hayek a procédé. Il admet comme un fait établi que les phénomènes sociaux significatifs sont le résultat d'actions individuelles dont les conséquences n'ont pas été voulues par ceux qui les ont décidés (Hayek [1967a] 101). Il transforme, ce faisant, la nature du problème qu'il a lui-même posé. Au lieu de chercher à le résoudre en approfondissant l'analyse des possibilités et des limites de la connaissance

des agents individuels qui pourrait rendre compte de ces phénomènes, Hayek s'interroge, en amont, sur le type de savoir scientifique que requerrait leur explication.

Cette démarche conduit Hayek à abandonner son opposition initiale entre les sciences naturelles et les sciences sociales (Hayek [1943] et [1952a]) pour un tripartition plus subtile et légèrement différente. Entre les phénomènes proprement « naturels » qui constituent la matière des sciences de la nature et les phénomènes strictement « artificiels » (ou conventionnels) comme le sont, par exemple, les règles juridiques, s'incère une catégorie intermédiaire : ce sont les produits des actions des hommes, à ce titre « artificiels » au sens de Hayek, qui cependant échappent à leurs desseins et peuvent, pour cette raison, être considérés comme « naturels » (Hayek [1967a] 99).

Cette nouvelle présentation, sans modifier sa vision générale de la connaissance économique, marque cependant trois infléchissements importants par rapport à ses conceptions antérieures. Si d'une certaine façon les phénomènes sociaux sont en même temps « artificiels » et « naturels », une conciliation devient possible entre le mode de connaissance subjectif qui caractérise les premiers et le mode de connaissance objectif qui s'applique aux seconds, ce que ne laissait pas pressentir « Counter-revolution of science » (Hayek [1953]). Il en découle, en second lieu, que le problème posé par cette hybridation du savoir devient celui de la transformation de l'univers de la connaissance subjective dans lequel les agents prennent leur décision, en une réalité objective qui se présente sous le traits d'un ordre social, ou tout au moins d'une organisation de la société, d'où l'intervention des règles qui feront l'objet de développements ultérieurs (*e.g.* [1973] chap 1). Cette métamorphose active de la connaissance par les connaissances (ou l'inverse)³⁴ concerne au premier chef les activités économiques, en raison des processus marchands qui en fournissent les illustrations les plus aisément observables. Mais la science économique ne constitue plus aux yeux de Hayek que l'une de ses manifestations parmi d'autres, reprenant ainsi une intuition déjà présente dans certains de ses écrits antérieurs (Hayek [1943]). Pour se démarquer de tout « économisme », Hayek qualifie de « jeu » de la catallaxie le mécanisme créateur d'un ordre de marché dans ce qu'il appelle la « grande société ». Il définit un tel jeu sans se référer à aucun moment aux travaux de l'un des fondateurs de la théorie des jeux, Emile Borel, mais en retrouvant les termes exacts qu'il avait employés puisqu'il écrit :

« Alors que le gain de chaque joueur dans le jeu de catallaxie sera déterminé en partie par son habileté et en partie par ses chances, le contenu de cette part allouée à ce joueur par ce mixte de hasard et d'habileté constituera réellement un 'maximum'. » (Hayek [1983], chap 10, 144)³⁵.

³⁴ Selon que l'on se réfère à l'idée du code accepté par une collectivité ou au processus d'apprentissage individuel déjà évoqué.

³⁵ La seconde note consacrée par Borel à la théorie mathématique des jeux porte le titre : « sur les jeux où interviennent le hasard et l'habileté des joueurs ». L'auteur signale en introduction que « l'étude des jeux dans lesquels interviennent à la fois le hasard et le calcul devrait pouvoir l'occasion de recherches mathématiques dont les applications pourront dépasser les limites du domaine restreint auquel est limitée cette première étude » (Borel [1924]). Il envisage en particulier son application à l'art de la guerre et aux questions touchant aux spéculations économiques et financières. L'économie apparaît seulement ici comme un des nombreux cas d'application des jeux à des phénomènes sociaux.

Nous savons aujourd'hui que la théorie des jeux a progressivement envahi l'ensemble de la théorie microéconomique. Mais si cette évolution répond à certaines des préoccupations manifestées par Hayek et rappelées dans cet article, elle ne lui est en rien directement imputable. Le scepticisme répété qu'il a toujours manifesté à son endroit irait plutôt dans le sens inverse. Mais ceci est une autre histoire...

Pour conclure

Les différents éléments regroupés par Hayek en vue d'élaborer une théorie de la connaissance économique ont, au fil du temps, changé de destination. Il a abouti à préciser les contours d'un objet particulier de la connaissance économique, au demeurant connu depuis bien longtemps : la coordination des actions. Chose plus surprenante à première vue, tandis que le projet initial reste dans son ensemble incompris de ses contemporains, son aboutissement soulève en revanche aujourd'hui un intérêt croissant de la part d'économistes d'horizons variés. Cette divergence dans les attitudes ne devrait pas pourtant masquer ce que nous avons essayé de montrer : les matériaux accumulés par Hayek pour mener à bien son projet initial apparaissent beaucoup plus riches que les hypothèses souvent hâtives sur lesquelles reposent ses assertions finales. Notre espoir est qu'en réfléchissant sur les voies et moyens de la coordination, les économistes soient portés à effectuer le chemin de Hayek en sens inverse. Reformulées dans un cadre logique plus rigoureux et plus puissant, les intuitions de Hayek sur la dimension cognitive de la connaissance économique pourraient alors contribuer au renouvellement de ses fondements.

Bibliographie

- Aumann, Robert J., 1999, « Interactive epistemology : knowledge », *International Journal of Game Theory*, volume XXVIII, numéro 33, pp. 261-300.
- Bacharach, Michael, 1994, « The epistemic structure of a theory of game », *Theory and Decision*, volume XXXVII, pp. 7-48.
- Boettke, Peter J., 1998, « Economic calculation : The Austrian contribution to political economy », pp. 131-159 in *Advances in austrian economics*, Series Editors
- Peter J. Boettke, Israel M. Kirzner, Mario J. Rizzo., Volume editors : Peter J. Boettke, Stanford Ikeda, volume 5, 1998, Stanford, CT and London, England : Jai Press Inc.
- Borel, Emile, 1924, « Sur les jeux où interviennent le hasard et l'habileté des joueurs », Note Compte Rendu Académie des Sciences 1924, in *Eléments de la théorie des probabilités*, Paris : Librairie Scientifique J. Hermann, pp. 204-221.
- Ganakoplos, J., 1994, « Common knowledge », in Aumann R. J., et Hart, S., eds ; *Handbook of game theory*, volume II, Amsterdam : Elsevier.

- Hayek, Friedrich, 1935a, « The nature and history of the problem », in *Collectivist economic planning*, edited by F. Hayek, New York : Augustus Kelley.
- Hayek, Friedrich, 1935b, « The state of the debate », in *Collectivist economic planning*, edited by F. Hayek, New York : Augustus Kelley.
- Hayek, Friedrich, 1937, « Economics and knowledge », *Economica*, vol IV, pp. 33-54.
- Hayek, Friedrich, 1943, « The facts of the social sciences », *Ethics*, volume LIV, octobre 1943, pp. 1-13 ; repris in *Individualism and economic order*, chapitre 3, pp. 57-76, London : Routledge, 1949.
- Hayek, Friedrich, 1945, « The use of knowledge in society », *American Economic Review* volume XXXV numéro 4, pp. 519-30.
- Hayek, Friedrich, 1952a, *The counter-revolution of science : Studies on the abuse of reason*, Indianapolis : The Free Press (reprint 1979).
- Hayek, Friedrich, 1952b, *The Sensory order, An inquiry into the foundations of theoretical psychology*, London : Routledge and Kegan Paul.
- Hayek, Friedrich, 1953, *Scientisme et sciences sociales*, traduction par Raymond Barre de *Scientism and the study of society*, Paris : Plon 1953, reprint Presses Pocket, collection Agora # 11 (1991). Les notes renvoient à l'édition 1953.
- Hayek, Friedrich, 1955-1967, « Degrees of explanation », *British Journal for the Philosophy of Science*, volume VI ; reprint avec reprise de quatre paragraphes omis dans la revue comme chapitre 1, pp. 3-21 in Hayek-1967c.
- Hayek, Friedrich, 1967a, « Le résultat de l'action des hommes mais non de leurs desseins », pp. 98-106 in Claassen, E.M. ed., 1967, *Les fondements philosophiques des systèmes économiques, Textes de Jacques Rueff et essais rédigés en son honneur*, Paris : Payot.
- Hayek, Friedrich, 1967b, « The result of human action but not of human design », chapitre 6 pp. 96-105 in Hayek-1967c.
- Hayek, Friedrich, 1967c, *Studies in philosophy, politics and economics*, London ; Routledge ; Chicago : the Univ of Chicago Press.
- Hayek, Friedrich, 1973, *Law, legislation and liberty*, volume 1 *Rules and Orders*, London : Routledge ; traduction française *Droit, législation et liberté*, volume I *Règles et ordres*, Paris : PUF.
- Hayek, Friedrich, 1979, *Law, legislation and liberty*, volume III, *The political order of a free people*, London : Routledge, traduction française, *Droit législation et liberté*, volume III, *L'ordre politique d'un peuple libre*, Paris : PUF.
- Hildenbrand,
- Hutchison, Terence, 1994, « Hayek, Mises and the methodological contradictions of 'modern Austrian' economics », chapitre 10 pp. 212-240 in Hutchison, Terence, ed, 1994, *The uses and abuses of economics, Contentious essays on history and method*, London : Routledge.
- Kahnemann, Daniel, et Tversky, Amos, 1979, « Prospect theory : an analysis of decision under risk », *Econometrica*, volume 47, numéro 2, pp. 263-91.
- Mises, Ludwig, 1933, *Epistemological problems of economics*, traduction anglaise, New York : New York University Press 1960 (repr 1983).

- Mises, Ludwig, 1940, *Nationalökonomie, Theorie des Handelns und Wirtschaftens*, Munich : Philosophia Verlag, reprint 1980.
- Nozick, Robert, 1977, « On Austrian methodology », *Synthese*, vol 36, pp. 353-92.
- Popper, Karl R., 1957, *The poverty of historicism*, London : Routledge (reprint 1994).
- Popper, Karl R., 1957-1988, *Misère de l'historicisme*, traduction française de Hervé Rousseau (édition Plon 1956 à partir des textes parus dans *Economica*) revue et corrigée par Renée Bouveresse à partir de la neuvième édition anglaise de 1976 (première parution sous forme d'ouvrage en 1957), Paris : Presses Pocket, collection Agora # 22.
- Popper, Karl R., 1963, « The demarcation between science and metaphysics », chapitre 11 (pp. 253-92) in *Conjectures and refutations*, London : Routledge (1963, reprint 1989).
- Salerno, Joseph, 1993, « Mises and Hayek deshomogenized », *Review of Austrian Economics*, vol 6, numéro 2, pp. 113-146.
- Samet, D., 1990, « Ignoring ignorance and agreeing to disagree », *Journal of Economic Theory*, numéro 52, pp. 190-207.
- Savage, 1954, *The foundations of statistics*, New York : John Wiley and Sons.
- Schmidt, Christian, et Versailles, David W., 1999, « Friedrich Hayek vs. Karl Popper : Eléments pour un débat sur la connaissance économique », **mimeo**, communication au colloque « Hayek et la philosophie économique », Cerisy la-Salle, 24-31 août 1999, à paraître.
- Shannon, C. E., et Weaver, W., 1949, *The mathematical treatment of communication*, Urbana : Illinois Univ Press

**D. Revue de Philosophie économique, 2000,
“Hayek vs. Popper”
co-auteur Christian Schmidt**

Références :

- SCHMIDT, Christian, et David W VERSAILLES, 2000, « Friedrich Hayek vs. Karl Popper : Éléments pour un débat sur la connaissance économique », *Revue de philosophie économique*, vol°1 n°2, pp. 111-139.

RÉSUMÉ: A première vue, la chronologie des œuvres de Hayek et Popper, leurs biographies, leurs thèses méthodologiques en faveur de l'individualisme, leurs ennemis communs (historicisme, historisme, holisme et planisme) et leurs références croisées peuvent laisser envisager l'existence d'un véritable débat intellectuel entre les deux hommes, sinon d'une convergence sur le fond. La similitude de leurs thèses et leur « amitié » ne reposent que sur la conclusion commune que l'histoire ne permet pas d'énoncer des assertions nomologiques. Cette trouble coïncidence renvoie, en réalité, à des conceptions très éloignées de la connaissance scientifique en économie. A travers leurs analyses de l'historicisme et de la méthode expérimentale, nous démontrons que la divergence entre eux est patente sur le plan de l'épistémologie des sciences sociales.

ABSTRACT: Hayek's and Popper's bibliographies, their biographies, their methodological theses in favor of individualism, their common commitment against historicism, historism, holism or planism, and crossed references in their writings bring us to infer (at least) some intellectual debate between them, or even some deeper mutual understanding. It is not the case. Hayek and Popper demonstrate on their own that history cannot provide the social sciences with nomological statements. This confusing coincidence and their "friendship" are nothing but the conclusion of autonomous and together irrelevant views about scientific knowledge in economics. We inquire in this paper their analysis of historicism and the status they attribute to experiments: we conclude that Hayek and Popper opted for diverging paths in the epistemology of the social sciences.

KEYWORDS: Expectations, economic calculus, scientific knowledge, historicism, methodological individualism, monism.

« Ever since [1935], I have been moving with Popper. We became ultimately very close friends, although we had not known each other in Vienna. To a very large extent I have agreed with him, although not always immediately. Popper has his own interesting development, but on the whole I agree with him more than with anybody else on philosophical matters. »

Hayek, (*Hayek on Hayek*, Kresge ed. 1994 : 41)

Introduction

Lorsque l'Autriche est annexée par l'Allemagne en 1938, Hayek est en poste à la London School of Economics. Les questions de philosophie politique qui intéressent alors Popper rencontrent les préoccupations méthodologiques de Hayek. Les textes *Poverty of historicism* et *Open society* constituent ce que Popper appelle son « effort de guerre » (*sic* 1981 : 158) ; ils répondent en écho à *la Route de la Servitude* de Hayek et aux articles rassemblés plus tard dans *The counter-revolution of science*. La conférence (puis l'article) « Economics and knowledge » porte la marque de cette transition. A partir de 1935, Hayek délaisse progressivement l'apriorisme de Mises au profit des thèses méthodologiques soutenues par Popper de Popper. Croyant que leurs positions sont convergentes, voire communes, Hayek se considérera un popperien falsificationniste.

Popper, de son côté, avait commencé à nouer des relations intellectuelles avec des économistes statisticiens désireux d'appliquer les mathématiques au domaine de l'économie, parmi lesquels Schlesinger et Wald qui fréquentaient à Vienne, avec lui, le séminaire organisé par Karl Menger. Ses contacts avec les économistes se sont poursuivis pendant son exil en Nouvelle-Zélande au moment même où il rédigeait *the Poverty of Historicism* (1957). Les conditions semblaient favoriser un échange avec Hayek, d'autant plus que ce dernier venait justement de publier *Counter-revolution of science* dans *Economica* entre 1942 et 1944, avant d'éditer dans cette même revue une version amendée par Hayek de la *Poverty*.³⁶ Ces circonstances historiques particulières sont à l'origine de l'hypothèse d'une influence de Hayek sur Popper, dans le sens d'une stimulation critique des idées développées par le premier, soutenue par Nadeau (1986).

La chronologie des œuvres de Hayek et Popper et leur présence à la London School pendant la période de leurs publications suggèrent l'idée d'un dialogue entre les deux auteurs, débouchant sur une imprégnation réciproque de leur pensée. Cette conjecture doit cependant être maniée avec circonspection. La convergence entre les thèmes abordés par Hayek et Popper à cette époque et l'identité de certaines de leurs vues résulte davantage d'une coïncidence chronologique de travaux poursuivis séparément par chacun. Elle n'est pas en tout cas le fruit d'une véritable collaboration intellectuelle. Les articles de la *Poverty* publiés dans *Economica* ont certes été retravaillés par Hayek, mais Popper ne

³⁶ Les faits et la correspondance entre Hayek et Popper sont analysés in Hacothen 1996 : 466 et in Hacothen : 1995 (section III stage IV, pp. 90 et sq.). cf. section 1.2 *infra*.

découvrira ce qu'est devenu son texte qu'après leur publication. Si Hayek envoie des tirés-à-part de ses propres écrits à Popper, qui ont conduit ce dernier à reprendre et à compléter l'*Open Society*, il apparaît que les deux hommes n'en discuteront jamais sur le fond. Si Popper continue de citer Hayek, c'est en raison de sa dette de reconnaissance à son endroit, et il ne faillira jamais à cette sorte de devoir de réserve qu'il s'est imposé. Hayek continue de se référer à Popper pour des raisons différentes. Le philosophe, devenu célèbre, lui offre un cadre épistémologique pour ses travaux ultérieurs. Enfin et peut-être surtout, l'imbroglio des références croisées et des ajouts au fur et à mesure des rééditions (ou des reprises d'articles sous forme d'ouvrages) rend l'observation des divergences assez ardue ; ce qui ne signifie évidemment pas que les deux auteurs partagent les mêmes vues, en particulier sur ce que représente la connaissance en économie.

Ces observations conduisent à rejeter l'hypothèse d'un débat intellectuel entre Hayek et Popper. La comparaison de leurs écrits révèle deux caractéristiques opposées. D'un côté Hayek et Popper partagent un rejet catégorique de différentes approches méthodologiques de l'économie et des sciences sociales : l'historicisme, le holisme et le planisme sont leurs ennemis communs. D'un autre, côté leur divergence se révèle patente sur l'épistémologie des sciences sociales en général et plus particulièrement encore sur la nature de la connaissance économique. L'explication qui est proposée de cet écart réside précisément dans le dialogue supposé entre les deux auteurs qui se révèle à l'analyse semé de méprises, d'ambiguïtés et d'incompréhensions, de telle sorte qu'il s'apparente en définitive à un véritable dialogue de sourds.

Notre argumentation est développée à deux niveaux. On examine d'abord comment Popper et Hayek traitent les deux questions, centrales et étroitement liées, de la prévision et de l'intervention concertée. Mais les réponses, souvent voisines, qu'ils avancent pour répondre à ces questions renvoient en réalité à des conceptions très éloignées de la connaissance scientifique en économie. La recherche des origines de ce que représente cette différence et l'analyse de ses diverses implications pour la méthodologie économique sont dégagées dans une seconde partie.

Calcul et prédiction en économie.

Le problème de la prédiction en sciences sociales.

Les positions mengeriennes de Hayek et Mises sur l'économie comme science compositive les ont conduit à la conclusion abrupte d'une imprédictibilité dans les sciences sociales. Cette vision commune confortait leur anti-interventionnisme. Hayek, Mises et Morgenstern voyaient alors le marché comme un système de communication dans lequel les liens interindividuels reposent sur de l'information incomplète et imparfaite. Chez Hayek, chacune des améliorations découlant des informations ou des statistiques qui servent de référence à l'action des agents contribue à faciliter une tendance vers l'équilibre. Ces vues inspirent non seulement les travaux économiques, mais encore les textes de Mises (1933, 1940) et de Hayek (e.g. 1937) du début des années 1930 qui entendent traiter de méthodologie.

Morgenstern est alors sous leur influence. Dans *Wirtschaftsprognose (Economic Forecasting)* (Morgenstern, 1928), il dresse un panorama des problèmes posés par les anticipations des agents en relation avec la théorie de la connaissance. Il l'approfondira par la suite, aboutissant à la publication de son célèbre article « Vollkommene Voraussicht und wirtschaftliches Gleichgewicht » [1935], qui met en évidence une contradiction logique entre l'hypothèse de prévision parfaite et la notion d'équilibre économique. Hayek et Morgenstern partent d'un même constat, celui d'une prise en compte insuffisante et maladroite du rôle du temps dans les théories économiques traditionnelles. Mais ils divergent sur l'interprétation qu'il convient de lui donner, au point que Morgenstern reproduit dans cet article une longue citation visant à montrer que Hayek, selon lui, n'a pas saisi le fond du problème de la prévision en économie (Morgenstern, 1935, n 4 p 17, trad anglaise). Pour Morgenstern le cœur de la difficulté ne réside pas, comme chez Hayek, dans l'irréductible dispersion du savoir entre les individus, mais dans la dépendance mutuelle des anticipations des agents, illustrée par l'exemple emprunté à Conan Doyle de la poursuite de Sherlock Holmes par le Dr. Moriarty (Morgenstern, 1935, pp. 173 et *sq.* ; cf. Schmidt 2000). Tandis que Hayek insiste sur la connaissance nécessairement partielle que chaque individu peut détenir des phénomènes sociaux en raison du point de vue qui est le sien, Morgenstern met l'accent sur la régression à l'infini qui menace l'anticipation d'un individu sur le comportement d'autres individus, dès lors que ses comportements dépendent de leur propre anticipation sur l'anticipation qu'ils font sur lui, et ainsi de suite.

Quelles que soient leurs divergences, tous les économistes de la tradition autrichienne s'accordent sur un point : les phénomènes économiques et sociaux ne peuvent pas être complètement prévisibles. Cette position est très proche de celle adoptée par Karl Popper. Dans la *Poverty*, la distinction entre explication en principe et explication en détail est reprise et constitue même un des sujets principaux sur lesquels Popper (à partir des republications de l'ouvrage) va citer Hayek en référence. Le refus de faire de l'économie une science sociale historique représente un lien méthodologique fort entre Popper et les Autrichiens : la recherche d'une science abstraite et théorique poursuit, en définitive, le combat antérieur mené par Carl Menger contre Schmoller et la Jeune Ecole Historique Allemande. Mais Popper ignore totalement combien (re)connaître la proximité de ses propres thèses avec celles de Carl Menger eût pu le faire progresser dans son analyse. En dépit de similitudes superficielles, la ré-interprétation du *Methodenstreit* qui est directement associée aux travaux de Hayek (cf. Hayek 1992 : 77 et note 49 pp. 77-8) ne concerne pas Popper.

L'économie offre à Hayek un champ privilégié des dérives « scientistes » qu'il entreprend de dénoncer. Par dérive scientiste, il faut entendre « the slavish imitation of the method and language of [natural] science » (Hayek 1952a : 24). Cette définition renvoie à une approximation de la nature et du contenu de la méthode des sciences naturelles, que Popper n'a pas manqué de commenter et de récuser³⁷. Hayek défend le statut particulier des

³⁷ Commentant sur les tirés à part de « Scientism and the study of society » publié dans *Economica* (février 1943, repris in 1952a), Popper précise que la position de Hayek représente « what certain people mistake for the method and language of science » (1957 : 105). La remarque s'adresse à Hayek, et représente le fond de la critique popperienne envers la critique des doctrines pro-naturalistes. Popper va surenchérir jusqu'en 1972 dans *Objective knowledge* (1972 : 185, n33) mais tout de même relever le *mea culpa* (laborieux) de Hayek dans la préface des *Studies* (dédiées à Popper) (1967 : viii). Sur ce point, nous

sciences sociales. Il expose que l'objet des sciences sociales n'existe pas à l'état de nature, et que leur investigation passe obligatoirement par le subjectivisme et l'individualisme méthodologique (cf. Nadeau 1986 et Versailles 1999). Le préjugé scientiste (*sic* Hayek) ou « physicaliste » repose sur l'affirmation de la supériorité de la physique, en tant que savoir et langage, sur la possibilité d'unifier la science en un tout unitaire et systématique, et sur l'affirmation que la science (unifiée sous forme encyclopédique) peut servir à planifier la société comme à édifier une morale (Nadeau, 1986 : 133). C'est contre cette démarche que Hayek écrit. L'adhésion à la méthode de la science pure représente simplement un acte de foi en un idéal cognitif que les sciences sociales ne seraient pas capables d'atteindre autrement. Les économistes mathématiciens de l'équilibre général et les économètres n'échappent pas à certains de ces biais (Hayek : 1937 ; 1952a). Hayek réinterprétant le message de Carl Menger (1871) souligne le rôle de l'incertitude qui accompagne tout processus économique, met l'accent sur le problème de la coordination des centres de décision individuels, et substitue la notion d'équilibration au concept d'équilibre dans son acception standard. Ce faisant, il entend proposer une vision alternative, non seulement aux différents holismes d'origine marxiste, keynésienne ou plus simplement planificatrice, mais encore aux concepts proposés par les économistes mathématiciens qu'il s'agisse de l'équilibre général ou des modèles économétriques.

Pour Popper, au contraire, l'économie montre la voie de procédures adéquates pour appréhender de manière scientifique les réalités sociales. Ses exemples sont alors empruntés à des économistes mathématiciens comme Marshak, ou à des économètres comme Frish et Tinbergen. Dans la *Poverty* et l'*Open Society*, Popper considère l'économie comme la seule matière des sciences sociales à avoir accompli sa révolution copernicienne. De la *Poverty* (1944 et 1945a) et *Open society* (1945b) à « La Logique des sciences sociales » (1962) ou au texte sur le principe de rationalité (1967 puis 1994b), elle lui sert systématiquement de contre-exemple dans le tableau sévère qu'il dresse des autres sciences sociales. Même s'il est difficile de retrouver des traces précises³⁸ de ses lectures en économie théorique, il est intéressant pour comprendre la position soutenue par Popper de reconstituer les piliers de sa formation : la fréquentation du Colloquium de Karl Menger en 1935, qui lui donne l'occasion de rencontrer Abraham Wald ; les personnes qu'il a connues en Nouvelle Zélande de 1938 à 1945, dont Colin Simkin et Jacob Marshak ; l'influence directe de Hayek à partir de 1943 ; ses collègues de la London School of Economics, à partir de 1945, Popper citant Lionel Robbins et Terence Hutchison parmi les personnes dont il a le plus appris (1981 : 177).

C'est à travers des problèmes d'économie mathématique débattus au Colloquium de Karl Menger que naît chez Popper son intérêt pour l'économie. Si le Colloquium est un séminaire de mathématiques, il est organisé par Karl Menger, fils de Carl, et fréquenté par de nombreux économistes qui y présentent leurs travaux. Popper ne participe aux travaux

adhérons à la conclusion de Nadeau (1986 : 153, 140, 131 et *sq.*, en particulier le texte autour de la note 17), qui sera retrouvée *infra*.

³⁸ Des témoignages de Colin Simkin et des travaux de Hacohen, on tire que Popper n'a pas lu Carl Menger avant 1967, ou que la « distraction » (*sic*) emportée pour le voyage de retour Auckland - Londres en 1945 était *Theory of Game and Economic Behaviour* de von Neumann et Morgenstern (Simkin, 1993 : 188). Les indications données par Popper lui-même dans son autobiographie *Unended quest* demeurent parcimonieuses et imprécises.

du Colloquium qu'entre la fin 1934 et son départ à Londres à la fin de 1935 ; il n'a donc pas assisté à la présentation de von Neumann sur la théorie des jeux où les applications économiques de cette théorie se trouvent mentionnées. Il est en revanche certain qu'il a entendu Morgenstern exposer la première version de « Perfect foresight ». Il s'est montré impressionné au point de reconnaître que, pour la première fois, il a vu « *a social science in the making* » (Hacohen. 1996 : 464). Au Colloquium, il a eu l'occasion de rencontrer d'autres économistes et des mathématiciens qui s'efforçaient d'appliquer leur connaissance mathématique à l'économie comme Karl Menger lui-même et Abraham Wald. Ils exploraient, à cette époque, la possibilité d'une liaison entre la théorie de l'utilité marginale et l'économie mathématique. Leur intérêt devait beaucoup aux travaux de Karl Schlesinger, à qui l'on doit la première démonstration formelle de l'existence de l'équilibre général. C'est lui qui a établi un lien entre les travaux de Walras et les recherches des jeunes économistes qui fréquentaient le Colloquium. Mais le personnage clé de cette reconstruction est sans doute Abraham Wald : les problèmes statistiques qu'il a rencontrés dans ses recherches le conduisirent à réfléchir sur les probabilités au moment où Popper travaillait sur le sujet et, malgré des divergences de fond sur l'interprétation des probabilités, Wald utilise l'article présenté par Popper au Colloquium pour élaborer sa solution au problème des suites aléatoires (Popper, 1981 : 138-40 ; Hacohen, 1995 : 73-4).

Dans les conditions du marché, les agents agissent et choisissent avec une connaissance limitée. Ils dépendent toujours de leurs anticipations sur les actions des autres agents dans l'évaluation de leur propre conduite qui, en retour, anticipent leur comportement et tentent de le déjouer.

Popper est conscient de cette problématique dès 1935, et son intérêt pour la science économique s'explique largement par les interrogations qui découlent de l'interrelation entre la nécessité de prévoir en sciences sociales et le contenu empirique de l'individualisme associé à la définition de la rationalité individuelle. Les premières versions de la *Poverty* tentent de répondre aussi à cette question d'un point de vue méthodologique : Hayek a précisément coupé avant la publication dans *Economica* les sections qui traitaient à un niveau assez superficiel de la possibilité de prédictions exactes dans les interactions des individus sur le marché (cf. Shearmur 1998 : 442-3), ou qui précisaient la pensée de Popper sur le type de causalité que l'on peut associer à l'usage des relations quantitatives (*ibid.* 445). Seule la section 11 « Comparison with astronomy », coupée par Hayek sur épreuves (mais dont le texte est reproduit in Shearmur 1998 : 446-7), sera réintroduite par Popper ultérieurement, sous la forme de deux paragraphes au début de la section qui s'appelait auparavant « Large scale forecast » (e.g. Popper 1957 : 36-7). Toutes les coupures relevées par Shearmur dans la critique des doctrines anti-naturalistes développée par Popper, ont trait à la capacité à prédire dans les sciences. Elles marquent les nuances de l'historicisme dans l'analyse de l'originalité méthodologique des sciences sociales.

Pour stigmatiser la modélisation des situations politiques et sociales, Popper utilise les deux termes de « logique de la situation » et de « méthode zéro ». Ces termes sont définis dans la *Poverty*, et illustrés dans *Open Society*. La méthode zéro (1957 : 141) permet de reconstruire un modèle sur la base de l'hypothèse de rationalité complète des individus, et en supposant éventuellement qu'ils détiennent une information parfaite sur la situation dans laquelle ils se trouvent. L'évaluation des comportements des individus se fait alors

par rapport à ce comportement de référence que détermine le modèle : il est possible d'interpréter cette « norme » au sens de la psychologie clinique, mais ce serait oublier que la *Poverty* se situe dans le prolongement direct de *Logik der Forschung* où Popper a rejeté explicitement toute psychologie et tout psychologisme. Popper se concentre essentiellement sur les contextes institutionnel et intellectuel qui déterminent l'éventail des éventualités de choix que peut envisager chaque individu.

Un exemple particulièrement révélateur de la divergence entre Hayek et Popper qui en résulte réside dans leur interprétation respective du concept d'équilibre économique. Après avoir signalé que le terme dynamique était utilisé de façon tout à fait correcte en science économique dans la même acception qu'en physique, Popper précise dans une note que le concept d'équilibre est intrinsèquement dynamique en économie (1957, section 27 en particulier n 6). Mais cette référence est précisément utilisée par Popper pour s'opposer aux notions vagues de « tendances générales » et de « directions générales » dont le statut scientifique et nomologique reste douteux. Popper observe qu'en économie, les équations du système décrit garantissent seulement que, si des perturbations se produisent par rapport aux données d'origine, elles seront suivies d'un ajustement tendant vers l'équilibre, ce qui n'a évidemment rien à voir avec une quelconque loi de tendance. Cette interprétation, au demeurant communément admise par les économistes mathématiciens, semble à première vue coïncider avec celle qu'en propose Hayek dès 1937 : un point du temps où les différents plans individuels s'avèrent mutuellement compatibles (1937 : 41).

Cette façade commune cache en réalité de profondes différences. Lorsque Popper se réfère à l'équilibre économique, il renvoie à un système formel proche de la mécanique en physique. Cette appréhension de l'équilibre économique semble tout à fait insuffisante à Hayek, pour qui les équations d'équilibre ne sont rien d'autre qu'un système destiné à tester la cohérence entre les divers flux d'échange de marchandises. Cet aspect formel de l'équilibre est loin d'être le plus important à ses yeux. Il ira même dans un texte ultérieur jusqu'à montrer que cette formulation de l'équilibre est non seulement réductrice, mais encore qu'elle tombe sous le coup de sa critique du « scientisme ». A propos de l'équilibre général de Walras qui représente son expression la plus complète, Hayek observe, non sans malice, que si on ne connaît pas toutes les valeurs numériques des constantes, on ne peut rien en déduire sur les résultats d'un changement du système. Le contenu informatif d'un tel équilibre en matière dynamique se révèle donc très pauvre en économie, et cela à l'encontre de ce qui se produit en physique mécanique (Hayek, 1953 [1991] : 62).

Ce qui distingue l'équilibre en économie de l'équilibre en physique provient de ce que l'équilibre résulte en économie d'une coïncidence des anticipations individuelles des agents, lesquelles proviennent pour Hayek d'une correspondance entre les données objectives et les informations subjectives dont ils disposent (Hayek 1937 : 44-45). Pour comprendre la notion d'équilibre en économie, il faut donc s'attacher à analyser les processus cognitifs des agents qui rendent possible cette correspondance. Ces processus ont pour Hayek un caractère évolutionniste, dans lequel réside la véritable dynamique de l'équilibre. C'est pourquoi Hayek préfère parler dès cette époque de tendance vers l'équilibre. Or, cette conception originale de l'équilibre chez Hayek n'a guère changé (*cf.* Arena 1999). D'une certaine manière, elle se situe à l'opposé de l'idée que Popper se fait de l'équilibre économique, non seulement en raison de sa distance par rapport au modèle

physique, mais surtout parce qu'elle conduit Hayek à traiter l'équilibre comme une conjecture sur une loi de tendance de nature empirique.

Cet exemple de l'équilibre se trouve mis à profit par Hayek et Popper au service de perspectives différentes. Hayek s'en sert pour montrer qu'aucune prédiction rigoureuse ne peut être dérivée d'un système d'équilibre, et qu'il faut donc chercher ailleurs sa raison d'être. Popper l'utilise pour montrer que les équations d'équilibre sont porteuses d'information qualitative sur la dynamique d'un système, et que l'économie peut ainsi tirer quelque profit de cette approche tirée de la physique. Les deux propos ne sont pas nécessairement contradictoires. Ils débouchent néanmoins sur des programmes de recherche très différents.

Les impasses logiques du constructivisme et les ambiguïtés de l'historicisme.

Rétrospectivement, l'essai « Economics and knowledge » (1937) représente la contribution la plus originale de Hayek à l'économie. Cet article contient aussi une réponse à Keynes. Hayek pose le problème qui va l'occuper de façon centrale : comment l'ordre émerge-t-il [*how order creates itself*] ? Les implications de cet argument touchent les hypothèses, l'architecture logique et le rapport à l'empirisme de l'analyse économique. La pertinence de cette question est rendue encore plus aiguë au moment où se conclut le débat sur le calcul socialiste et où s'élabore la macroéconomie. Avec la génération de Mises et de Hayek, l'école autrichienne puise la profonde unité de sa contribution à l'analyse économique dans le raisonnement sur l'impossibilité du calcul socialiste. La critique de l'interventionnisme prend sa source dans l'analyse des calculs individuels. Certes, des distinctions sont à faire entre la perspective du calcul que développe Mises et la théorie de la connaissance imaginée par Hayek (Salerno 1993), mais elles apparaissent secondaires par rapport au problème central qui est débattu. La question fondamentale se ramène à la capacité du plan à obtenir les résultats qui répondent aux attentes des agents. L'économiste n'a pas besoin d'entrer dans le détail des motivations psychologiques des agents, sauf à affaiblir le statut nomologique de sa démonstration. Le problème de la valeur étant correctement posé en termes subjectifs (Hayek 1935a : 7), l'impossibilité du planisme devient une simple question de logique. Le point n'est pas que les économies socialistes ignorent le calcul économique, mais que le planificateur se heurte à des problèmes logiquement insurmontables faute d'information : il ne connaît ni les choix ni les programmes de décision des agents, et ne peut ni statuer sur les préférences individuelles ni sur les conditions psychologiques qui les font naître.

Dans sa version hayekienne (1945), le débat sur le planisme se déplace. Il se centre maintenant sur l'individualisme dans sa dimension cognitive. L'ordre obtenu par le marché ne fait que refléter des ajustements à la marge des positions individuelles. L'examen de la dimension cognitive de ce processus justifie le déplacement de l'analyse vers le niveau individuel : d'un côté, elle met en évidence les limites de la connaissance individuelle, et de l'autre pose la question de l'émergence des organisations économiques ou des institutions.

Dans l'introduction à son autobiographie *Hayek on Hayek* (Kresge ed. 1994 : 13) deux influences majeures sont évoquées pour expliquer l'évolution de Hayek. La première

concerne les racines de l'école autrichienne, puisque Hayek a été responsable de la publication (en allemand) des œuvres complètes de Carl Menger en 1934, sous le patronage de la London School of Economics.

La seconde influence provient de Popper. Après avoir lu *Logik der Forschung*, Hayek adopte dès 1935 la méthodologie falsificationniste de Popper et la revendique comme sienne (e.g. 1937³⁹ : 33 note 1). A tout le moins (*sic* Hutchison 1994 : 217 et note 7 pp. 232-4), il suffit de remarquer que Hayek reconnaît l'importance d'une composante empirique dans l'analyse économique et dans l'appréhension des phénomènes cognitifs individuels en général pour consommer la rupture avec la praxéologie de Mises. Toutes les nuances qui seront apportées pour qualifier la compréhension réelle de la méthodologie popperienne par Hayek ne changeront pas ce point. Dans *Hayek on Hayek* (Kresge ed, 1994 : 49-51), Hayek confie avoir lu la *Logik* quelques semaines après sa parution, « some years before I made his [Popper's] acquaintance ».⁴⁰ Popper a fait deux séjours en Angleterre en 1935 et 1936. Il avait quitté Vienne pour s'engager dans un tour d'Europe de conférences et de colloques. En septembre 1935, il présente chez Alfred Braunthal, à Bruxelles, en présence de Carl Hempel et de Paul Openheim, la première version d'un texte sur la méthode des sciences sociales qui constitue la première ébauche de *Poverty of Historicism*. Popper vient ensuite à Londres où il donne quelques conférences, avant de présenter (en septembre ou octobre 1935) le texte sur l'historicisme au séminaire de Hayek, à la London School of Economics. Etaient présents Robbins, Hutchison, Gombrich et Shackle.

Popper arrive en Nouvelle-Zélande en mars 1937. Il y travaille sur ses deux « contributions à l'effort de guerre » (*sic* 1981 : 159), *Open Society* et *Poverty of Historicism*. La version des faits relatée dans l'autobiographie *Unended quest* (chapitres 23 et 24) ne rend pas compte de la situation de difficulté matérielle dans laquelle le couple Popper se trouvait alors. A l'inconfort et au dénuement matériel s'ajoutait la difficulté quotidienne rencontrée pour développer les travaux de recherche. Les recherches de Hacohen (1996 en particulier) sur « l'exil » des Popper permettent au moins de mesurer pleinement ce que Popper sous-entendait lorsqu'il disait que Hayek (et Gombrich) lui avait (-ent) « sauvé la vie ». Cette rédemption passe par trois points : Hayek accepte pour publication les articles de la *Poverty* dans *Economica*⁴¹, Hayek et Gombrich obtiennent un contrat de publication de *Open society* chez Routledge⁴², Hayek obtient un poste de « lecteur »⁴³ à la London School of Economics pour Popper, qui deviendra une chaire de logique et de méthodologie des sciences en 1949.

Dans le courant de ces échanges épistolaires, Hayek envoie à Popper des tirés-à-part des articles très détaillés d'histoire de la pensée économique qu'il a publiés dans *Economica* en 1941-1944 et qui vont constituer *Counter-revolution of science*. Ces articles vont servir de

³⁹ Dès la version publiée en 1937 dans *Economica*. On retrouve une référence à la *Logik* dans Hayek 1941, 18 n 3 sur la discussion du déterminisme.

⁴⁰ Dans une lettre personnelle datée du 15 mai 1983 à Terence Hutchison, Hayek précise avoir écrit « Economics and Knowledge » « before I knew anything about Popper » (Hutchison, 1994 : 217).

⁴¹ Lettre du 9.12.1943, de Hayek à Popper.

⁴² Lettres de Hayek et Gombrich pour annoncer cette nouvelle, contrat daté de mars 1944.

⁴³ « Reader in logic and scientific method », télégramme de Hayek en avril 1945. Popper prend son poste en janvier 1946. En 1949, Hayek aura quitté Londres pour Chicago quand Popper y deviendra professeur.

référence à Popper qui reprend sur cette base la dernière partie de la *Poverty*. Compte tenu des délais postaux entre le Royaume Uni et la Nouvelle-Zélande pendant la Deuxième Guerre Mondiale et des contraintes de temps à gérer pour la publication dans *Economica*, Hayek va proposer à Popper de retravailler directement la forme des textes qui lui seront envoyés. Le document révisé par Hayek est détenu dans les archives de la Hoover Institution ; les pages comportent les coupures et les annotations manuscrites de Hayek⁴⁴ en vue de la publication.

Dans *Scientisme et sciences sociales*, Hayek développe ses critiques envers Comte, Saint Simon et les Saint-Simoniens. Il dénonce le cartésianisme de la tradition des ingénieurs français (cf. Nadeau 1986, 2 : 129 et sq.). Hayek associe les planistes à l'« engineering type of mind » (e.g. 1952a : 25), expression rendue par le terme « mentalité polytechnicienne » dans la traduction française (1953 : 13). Au début du chapitre 2 (*ibid.* 15), Hayek avance que « l'influence du scientisme empêche le progrès des sciences sociales », mais il n'entre pas plus avant dans son argumentation. Les textes de Hayek et Popper comportent deux références communes, qui reviennent tout au long des développements : Neurath et Comte. Au moment de reprendre le terme « scientisme » dans la *Poverty*, Popper relève (1957 : e.g. 64 et n 1, 2 ; 90 n 1 ; 105) son emploi par Hayek dans le contexte du débat sur le calcul socialiste. Popper associe son utilisation à une question d'ordre technologique, comme en témoigne « piecemeal social engineering ». Les termes de technologie sociale, d'ingénierie sociale [*Gesellschaftstechnik*], de prophétie historique, d'*utopianism*, de *piecemeal reform(-ism)* qui jalonnent le texte de Popper, font directement écho au vocabulaire d'Otto Neurath. Dans *Poverty of historicism*, certes, ce terme n'est cité qu'une seule fois par Popper, mais à propos d'une question d'importance puisqu'elle vise la prétention des historicistes d'étendre à tous les champs de la connaissance, physique y compris, l'idée d'assigner aux lois scientifiques un domaine historique déterminé et de le généraliser ensuite par l'extension de la période concernée (Popper, 1957 : §26 n 6 pp. 130-1). Il faut rappeler ici que Neurath et Popper se sont connus à Vienne après les événements de Bavière, et que Neurath est devenu rapidement le principal adversaire de Popper au sein du Cercle de Vienne. Popper connaît bien mieux les écrits de Neurath des années 1920 que ceux des années 1930, mais il en est informé à travers Hayek. C'est ainsi que Popper, le philosophe des sciences, et Hayek, l'économiste, vont sceller une alliance pour attaquer Neurath sur les deux fronts en même temps. Neurath propose une synthèse entre les thèses naturalistes (positivistes) et anti-naturalistes (historicistes) de l'historicisme dont Popper utilise la formulation, à partir de 1943, pour les intitulés des parties de la *Poverty*. Ce lien entre le projet historiciste en sciences sociales et les utopies holistes et / ou planistes d'ingénierie sociale constitue la cible commune de Popper et Hayek.

⁴⁴ Nous avons fait référence aux travaux de Jeremy Shearmur [1998]. Shearmur a décidé de ne pas entrer dans les détails de l'analyse des révisions faites par Popper sur la dernière partie publiée par *Economica*. Il est impossible de commenter l'évolution des textes de Popper sans avoir accès aux archives détenues actuellement par la Hoover Institution, et qui sont en cours de publication. Cependant, selon Shearmur, les modifications apportées par Popper lui-même sont mineures entre l'édition *Economica* et l'édition sous forme d'ouvrage en 1956 (en français chez Plon) et en 1957 (en anglais chez Routledge). Cf. Shearmur, 1998 : 435.

Auguste Comte est associé à Saint Simon et Hegel dans les deuxièmes et troisièmes parties de la *Counter-revolution of Science* ; il est abondamment cité dans *Scientisme et sciences sociales*. Hayek y développe l'importance de l'observation pour les sciences. Dans le premier chapitre de *Scientisme et sciences sociales*, Hayek cite la position de Bacon sur ce sujet, mais il ne la développe pas. Dans la *Poverty*, Popper cite Comte de la même façon que Hayek au cours du chapitre de critique sur les thèses anti-naturalistes (contre l'historisme). En revanche, il infléchit son raisonnement dans le chapitre contre les doctrines pro-naturalistes au moment de fonder l'originalité de son discours sur l'historicisme : Mill devient alors automatiquement associée à l'évocation de Comte (*e.g.* 1957 : *e.g.* 106, 112, 118-9) lorsque Popper commente la distinction entre lois de coexistence (la statique) et lois de succession (la dynamique). Cette double référence à Comte et à Mill focalise les critiques de Popper contre le type de généralisation (anthropomorphique et anthropocentriste, *sic* Popper 1957 : 127 n 1) que procure l'amplification d'une tendance constatée historiquement. Ce raisonnement proprement épistémologique ne figure pas chez Hayek.

On tient ici le fil directeur qui permet de discerner l'origine des divergences entre les deux auteurs et en même temps l'ambiguïté de leurs positions respectives. Historisme et historicisme sont deux philosophies de l'histoire distinctes (Cubeddu, 1992 : 98 et *sq.*). Le terme 'historisme' désigne la méthodologie combattue par Carl Menger (1883 et 1884). L' 'historicisme' de Popper adjoint au premier la téléologie « scientifique » des théories hegelienne et marxiste. Ces philosophies de l'histoire représentent des méthodes de misère aux yeux de Menger et Popper. L'historisme [*Historismus*] est une doctrine concurrente du programme de recherche naturaliste (et donc anti-naturaliste). Il met l'accent sur les individualités, le caractère unique et non-répétable des événements qui constituent le matériau empirique des sciences sociales. Cette philosophie de l'histoire entend marquer avec netteté la démarcation entre les sciences de la nature et les sciences de l'homme, renvoyant les sciences sociales à une herméneutique qui présente la caractéristique majeure de récuser toute possibilité de connaissance nomologique. Par choix méthodologique, l'historisme remplace alors l'explication par la compréhension, et utilise l'interprétation des résidus du passé comme source de la re-construction qui conduit à accorder à cette narration un statut nomologique sans pour autant recourir à la moindre loi de comportement. Hans Albert (*e.g.* 1988 : 575-81) a démontré le caractère auto-contradictoire de chacun de ces points méthodologiques, poursuivant une démonstration que Carl Menger avait développée sur un plan épistémologique (1884, en particulier les lettres 3, 8 et 9).

Dans ses premiers travaux méthodologiques, Hayek reprend le terme '*Historismus*' de Carl Menger (par exemple dans ses commentaires sur Comte in Hayek 1941 : 312 n 1). Dans la série d'articles publiés en 1941 dans *Economica* (*cf.* 1941 : 309-12), comme Carl Menger, Hayek considère que l'histoire se limite à des narrations rétrospectives. Alors que les théories de Spengler et Sombart sont caractérisées par une analyse des cultures dont les processus de croissance et de déclin se conforment à un modèle quasi-biologique, Hayek leur applique un terme inapproprié, puisqu'il critique ces théories pro-naturalistes par des arguments anti-naturalistes. Dans les versions ultérieures de *Counter-revolution of science*, cette partie du texte sera modifiée : Hayek détaille beaucoup moins l'argumentation empruntée à Menger (Hayek 1952a : 382 et *sq.*), et l'évoque comme une critique des

positions « postivist-empiricist » (e.g. Hayek 1992 [1968] : 78 n 49). Il ajoute une référence à Hegel, maintenant systématiquement associé à Comte dans ses écrits, et il cite Popper d'abondance. A certains endroits (e.g. 1992 : 383 et la note 36, faisant écho à 1941 : 312 n 1), Hayek a remplacé *historism* par *historicism*, délaissant les développements mengeriens sans autre forme d'explication. L'emploi du terme fabriqué par Popper est approprié, mais la justification de son usage par Hayek est maladroite (1952a : 383-4 et n 36 p 383). Hayek relève les deux termes, sans jamais expliciter leur différence, et précise dans le texte ne rien avoir à ajouter à « the masterly analysis of historicism » de son ami (*sic*) Karl Popper.

A travers les critiques adressées au physicalisme de Neurath et au positivisme de Comte, Hayek s'attache à rejeter toute forme de constructivisme qui ne respecte pas le « caractère subjectif des données dans les sciences sociales » (l'intitulé du chapitre 3 de *Scientisme et sciences sociales*). Il combat le fait que les globalités sociales soient des unités naturelles de la recherche. L'objet de Popper est différent. Contre Neurath, Comte et Mill, il se propose de démontrer que l'historicisme est « une méthode qui ne peut pas porter de fruits » (Popper 1957 : vi). Popper a conscience de faire œuvre politique contre le totalitarisme avec ce qu'il écrit pendant son exil néo-zélandais, mais il se concentre d'abord sur la discussion de théories philosophiques (l'*essentialisme* et l'*historicisme*, utilisés dans ces acceptions, sont deux néologismes popperiens). Hayek accepte que la philosophie de l'histoire de Comte ou de Schmoller (et les critiques afférentes de Weber) soient distincte(s) de celle de Platon ou de Hegel. Mais il maintient que le problème n'est fondamental qu'au regard de ses implications sur le relativisme moral et, dans cette mesure, « the much abused Hegel is still infinitely more liberal than the 'scientific' Comte » (1952a : 386). Ainsi l'argument de Hayek n'a-t-il pas beaucoup évolué depuis la version du texte publiée en 1941. Le point de divergence avec Popper est patent. Qu'il s'agisse de Platon, Hegel ou Marx (les trois cibles de Popper dans *Open Society*), le philosophe rejette tout à la fois la dépendance (ou le déterminisme) sociologique et historique des opinions et des conduites individuelles.

Les objections imaginées par Popper le conduisent à élaborer une théorie de la connaissance scientifique déjà exposée⁴⁵ en partie dans la *Logik der Forschung*. De son propre aveu, son argumentation se transformera en une réfutation définitive de l'historicisme en 1950 dans l'article « Indeterminism in classical physics and in quantum physics », puis dans le *Postscript*. Il soutient sur une base logique qu'il est impossible de prévoir, par des méthodes rationnelles, le cours futur de nos connaissances scientifiques. Une théorie scientifique comme celle de Newton possède un contenu informatif qui contient un nombre d'énoncés pratiquement infini. Par conséquent, la théorie de la gravitation d'Einstein en fait partie, aussi bien que son contraire. C'est pourquoi il apparaît logiquement impossible de prévoir la théorie d'Einstein à partir de celle de Newton. Popper en tire l'impossibilité d'une *histoire théorique*, « c'est-à-dire d'une science sociale historique qui soit l'équivalent de la *physique théorique* » (1957. ii).

⁴⁵ C'est ce qui explique les réticences de Popper au moment de soumettre les articles de la *Poverty* à *Mind* puisqu'il avait peur qu'on l'accuse de se plagier lui-même. Cf. Lettre de Popper à son ami Dorian, 23 octobre 1942, Popper Archives (Hoover Institution) 28, 6 (sous la référence Hellin), cité in Hacohen 1996 : 465 et note 56 p 488.

En poursuivant des objectifs distincts et en recourant à des modes d'argumentation différents, Hayek et Popper parviennent donc à une conclusion commune. Popper explique que l'on ne peut décrire l'état futur d'une connaissance sauf à se situer postérieurement à cette connaissance. Enraciné dans le débat sur le planisme, le projet initial de Hayek est plus limité. Il s'agit pour lui de montrer que la connaissance requise pour mener un calcul économique ne peut être obtenue qu'à partir des connaissances tirées du marché. Le problème de la formation de la connaissance est central chez Hayek. Sa contribution sur ce terrain consiste à intégrer la dimension empirique de l'économie à l'explication des phénomènes de coordination entre les individus : on comprend ainsi pourquoi la connaissance que les individus peuvent avoir des phénomènes est inséparable de ce qu'ils en font (*calculation debate* ; cf. Boettke 1998, n21 p 156). Les deux positions de Hayek et de Popper convergent sur ce point : le processus d'interaction sociale est la source même de la production de la connaissance qui permet d'allouer des ressources et de choisir. Quand bien même des nuances seraient nécessaires pour qualifier complètement les formes de l'individualisme auxquelles chacun adhère, l'essentiel n'est pas là. Leur divergence est tout entière rassemblée dans leurs appréciations de la distinction méthodologique entre les sciences humaines et les sciences inhumaines.⁴⁶ Chez Popper, le combat contre l'ennemi scientifique interdit certes d'importer sous une forme passive et automatique la prétendue méthode des sciences naturelles (critique des thèses pro-naturalistes). Mais l'application de ces méthodes aux sciences humaines ne doit pas pour autant être rejetée en bloc *a priori* (critique des thèses anti-naturalistes). Chez Hayek, la différence entre les sciences sociales et physiques traduit l'impossibilité⁴⁷ de connaître au-delà d'un certain degré de précision en sciences humaines, ce qui se manifeste par l'impossibilité des explications en détail. Pour des raisons différentes, les deux auteurs rejettent ce que Popper combat sous l'appellation de thèses pro-naturalistes de l'historicisme, et ce que Hayek nomme « l'esprit de l'Ecole Polytechnique ».

Pour Hayek (1952a : 132-3 ; 1956 : 120) comme pour Popper (1935, pp. 51-67, en part 65 ; 1962, thèses 3 et 10), l'histoire ne permet pas de développer de théories à vocation universelle ou d'assertions nomologiques. Cette conclusion explique leur convergence et leur solidarité dans les débats méthodologiques concernant les sciences sociales. Mais les divergences existant entre les objectifs qu'ils poursuivent nécessitent d'approfondir la nature de la connaissance que chacun des deux auteurs associe aux sciences sociales.

⁴⁶ Nous rejoignons ainsi la conclusion de Nadeau, in Nadeau 1986 : 153-4. Nadeau va plus loin encore, précisant que Hayek fait figure de « scientifique » aux yeux de Popper, puisqu'il n'adhère pas à la critique popperienne des thèses anti-naturalistes. Hayek révèle alors n'avoir pas compris le fond méthodologique de l'argumentation développée par Popper dans sa critique des thèses pro-naturalistes. Nadeau ouvre ici une piste intéressante, pour expliquer à partir de ce point la différence entre le parti pris de Popper en faveur d'une société ouverte et le parti pris de Hayek en faveur du libéralisme.

⁴⁷ Selon les textes de Hayek, cette impossibilité se révèle épistémologique ou ontologique. Chez les Autrichiens aprioristes des écoles de Mises et Rothbard, l'impossibilité est ontologique.

Théorie de la connaissance et connaissance économique

Hayek et Popper n'interprètent pas le constat qui vient d'être formulé selon la même grille. Pour Hayek, il faut d'abord y voir la conséquence du caractère singulier de l'objet scientifique des sciences sociales. C'est en approfondissant l'analyse des spécificités de la connaissance dans le domaine économique et social que l'on comprendra les véritables raisons des impasses qui ont été dénoncées. Popper pense, au contraire, que la connaissance renvoie à une méthode unique qui s'applique également aux sciences naturelles et aux sciences sociales. Les obstacles que rencontre la prédiction d'une situation concrète ne sont nullement particuliers au domaine social et s'observent aussi dans l'univers physique (Popper, 1956 : 136-7). Il faut donc chercher leur explication en amont, au niveau des problèmes soulevés par tout savoir théorique lorsqu'il est confronté à des objets empiriques. Face à ce diagnostic différent, l'argumentation développée par chacun permet de mesurer la distance qui les sépare.

Dualisme versus monisme.

Selon Hayek, la compréhension des phénomènes sociaux fait intervenir les idées (ou croyances) de deux manières distinctes, correspondant à deux acceptions différentes de ce terme. D'un côté, certaines idées (ou croyances) sont « constitutives » des phénomènes sociaux eux-mêmes. Ainsi, les transactions marchandes sont inséparables d'un ensemble de connaissances concrètes et, par conséquent, d'idées partagées par les transacteurs. D'un autre côté, le marché lui-même peut être considéré comme une représentation intellectuelle des phénomènes de transaction. Il s'agit d'une idée ou d'une croyance d'un ordre différent, forgé pour comprendre ces phénomènes de transaction. Le point important est ici, pour Hayek, que ces croyances de second degré sont logiquement indépendantes des idées qui guident effectivement les transacteurs, et constituent à ce titre une partie intégrante du phénomène marchand. Cette dichotomie ne recoupe pas, cependant, chez Hayek, la distinction classique en philosophie des sciences entre l'observateur et le phénomène observé, qui fait intervenir des personnes différentes et donc les idées qui animent leurs actions respectives. Elle se retrouve au niveau de chaque opérateur qui, dans le même temps, est mû par certaines croyances qui sont constitutives des opérations économiques auxquelles il participe, et construit d'autre part des représentations intellectuelles lui permettant, par exemple, d'interpréter les résultats des actions qu'il n'avait pas prévues (Hayek, 1952a : 62).

Hayek insiste sur le fait que l'existence de phénomènes économiques, précisément parce qu'ils sont le fait d'idées « constitutives », est indépendante des idées générales que les uns et les autres (observateurs ou acteurs) peuvent avoir de ces phénomènes. Cette précision répond au souci permanent chez Hayek de distinguer les faits sociaux qui incorporent dans leur définition même une dimension mentale, des faits du monde physique où cette dimension ne joue aucun rôle dans leur occurrence. Si ces deux types d'idées représentent effectivement deux catégories analytiquement distinctes, il ne faudrait pas pour autant pousser trop loin leur étanchéité dans la réalité. Les théories partagées ne sont pas sans effet sur les idées constitutives, et leur révision dépend de l'interprétation donnée aux idées constitutives véhiculées par le déroulement des phénomènes économiques. Incidemment, Popper est beaucoup plus net sur ce sujet. Reprenant une intuition de Merton, il est à

l'origine de la notion de prophétie auto-réalisatrice à travers ce qu'il a appelé « l'effet Œdipe » (Popper, 1957 : 110-1). Une représentation inexacte d'un phénomène social qui serait partagée par tous les acteurs peut être à l'origine de sa manifestation. Pendant un temps, Popper en tirait argument dans le sens hayekien d'une spécificité des sciences sociales, mais il rejeta rapidement cette interprétation dualiste à la suite de l'observation de phénomènes similaires dans certains secteurs des sciences de la nature, de la biologie moléculaire en particulier (Popper, 1950). Popper s'attache à montrer que la prédiction d'un événement peut avoir une incidence sur l'événement lui-même, inversant en apparence la causalité temporelle. Il tire argument de cette hypothèse pour justifier sa thèse plus générale sur l'indéterminisme (cf. Popper 1981 : 169, 181-4). Cet exemple montre une nouvelle fois que Popper et Hayek, lorsqu'ils donnent l'impression de se rejoindre, ne parlent en réalité pas de la même chose.

Mais le plus important, ici, est que Hayek voit dans la distinction qu'il introduit entre ces deux types d'idées et les conséquences qu'elles entraînent, un trait spécifique de la connaissance des phénomènes sociaux qui le distingue radicalement de celle des phénomènes naturels. On trouve déjà cette observation dans « Economics and knowledge » (1937) où il explique que le calcul économique, contrairement à ce que ferait une théorie physique, n'a pas pour objet d'expliquer les phénomènes économiques puisque, d'une certaine manière, il fait lui-même partie des données. Il en déduit une différence importante d'ordre méthodologique entre l'appréhension des phénomènes dans les sciences sociales et dans les sciences naturelles. Dans les premières, il faut partir des unités individuelles parce qu'elles sont plus faciles à appréhender en raison de notre connaissance directe des idées qui guident les individus (Hayek, 1952a : 31). Dans les sciences de la nature, faute de cette connaissance directe, force est bien de partir des phénomènes complexes. Tandis que les individus constituent les données naturelles des sciences sociales, les unités individuelles comme l'atome correspondent à des constructions dans les sciences de la nature. Pour Hayek, l'individualisme méthodologique résulte directement de cette asymétrie.

La pensée de Hayek trouve alors son aboutissement dans une tripartition qu'il propose pour la première fois dans son célèbre article « The result of human action but not of human design » (1967a / 1967b). Il utilise, pour ce faire, une argumentation plus élaborée et légèrement différente. L'origine de la difficulté se trouve, selon lui, dans une classification non pertinente distinguant les phénomènes « naturels », comme ceux qui constituent l'objet des sciences naturelles, des phénomènes « artificiels » ou conventionnels, comme peuvent l'être les règles juridiques, au moins lorsqu'elles sont considérées du point de vue du positivisme juridique. Entre ces deux catégories s'insère une troisième famille, intermédiaire : celle des phénomènes qui, tout à la fois, sont les produits des actions des hommes (et à ce titre « artificiels ») tout en échappant à leurs intentions et à leurs desseins (et comme tels « naturels »). C'est à la connaissance de cette catégorie particulière de phénomènes que s'attachent les sciences sociales.

Cette nouvelle présentation de la conception qu'Hayek se fait de la connaissance dans les sciences sociales, sans transformer son contenu, marque néanmoins trois infléchissements par rapport à ses formulations antérieures. La coupure entre sciences sociales et sciences de la nature y apparaît atténuée. Si les phénomènes sociaux sont en même temps « artificiels » et « naturels », une conciliation semble alors envisageable entre les deux modes de

connaissance à travers les mécanismes d'évolution –une approche que Hayek développe ultérieurement dans *Law legislation and liberty* et *Fatal conceit*. En second lieu, le dualisme n'est plus la question majeure posée par les particularités des phénomènes sociaux : le problème s'est déplacé au niveau de l'écart qui sépare l'intentionnalité des agents des résultats obtenus. L'analyse de cet écart constitue le véritable objet des sciences sociales, ce qui signifie, d'une certaine manière, que l'étude des phénomènes sociaux est celle d'une connaissance nécessairement imparfaite. Enfin, mais ce trait est à la fois moins important et plus surprenant, Hayek ne se réfère plus explicitement à l'économie mais préfère parler en termes plus généraux de « sciences sociologiques » (Hayek, 1967a : 101).

On peut se demander si cette inflexion observée dans la formulation des thèses de Hayek le rapproche du point de vue adopté par Popper sur le même sujet. Cela est probablement vrai pour la première transformation, puisque la pensée de Hayek se développe dans le cadre d'un processus évolutionniste (Hayek, 1937 ; 1988) et que Popper a opté pour une conception de l'indéterminisme scientifique qui offre notamment une place au darwinisme, dès lors qu'il est correctement interprété (Popper 1972). Quant au troisième point, il a pour conséquence inattendue de renverser les rôles, Hayek traitant des sciences sociales en général sous l'emblème de la sociologie, tandis que Popper a toujours réservé une place à part à l'économie dans les sciences sociales.

La seconde transformation est beaucoup plus équivoque. On pourrait croire à première vue que la problématique hayekienne de la distance entre les objectifs qui guident les actions des individus et la manifestation de leurs résultats jette un pont avec la méthode de l'hypothèse nulle exposée par Popper dans la *Poverty*. Il n'en est rien, cette pseudo-affinité repose en réalité sur une incompréhension. Popper estime que les singularités des sciences sociales sont très secondaires par rapport à l'unité de la méthode scientifique (1957, section 29). Il en découle que les difficultés de la prévision n'ont rien de particulier aux sciences sociales et s'observent de la même manière dans les sciences de la nature. Ce problème est, selon Popper, inhérent à toute confrontation entre un corps de connaissances hypothético-déductives (théories) et des réalités concrètes. Ce qui rejaillit sur le statut des expériences : pour être significative toute expérimentation doit être incertaine. C'est en ce sens qu'en matière sociale, l'action concertée ne peut être assimilée à une expérience au sens scientifique du terme. Si Popper rencontre ici Hayek dans sa condamnation de l'ingénierie sociale comme une impasse pour la connaissance, il s'en éloigne en admettant la possibilité d'expérimentations partielles compatibles avec une manière d'ingénierie sociale limitée, « social piecemeal engineering » (1957 : section 15).

Le refus de s'engager dans la voie du physicalisme que Popper et Hayek partagent les fait diverger, parce que les deux auteurs ne se réfèrent pas à la même définition de la « science ». Ils situent objectivité et subjectivité sur des plans différents. Le dualisme de Hayek s'explique par l'impossibilité de transposer l'objectivisme des sciences de la nature dans les sciences sociales, ce qui justifie la démarche méthodologique et ontologique en faveur du subjectivisme. La nature des sciences sociales n'est reliée à la subjectivité de l'observateur que dans la mesure où une forme de « détour subjectif par l'intérieur » (*sic* Nadeau 1986 : 136) est nécessaire pour permettre une observation externe. Certes le statut de l'expérimentation s'en trouve modifié pour les sciences sociales, mais Hayek ne voit pas que l'objectivité qu'il prête aux sciences naturelles est très fragile : la « lecture » des

faits « réels »⁴⁸ relève d'une perception de même nature que pour les sciences humaines. Sans occulter les difficultés associées au statut ontologique du Monde-3, Popper explique que le même processus théorique de reconstruction du réel vaut pour expliquer les « réalités » de la nature et les « faits » sociaux. Son problème initial traitant des questions méthodologiques associées à la possibilité d'un réformisme planificateur, Hayek ne voit pas qu'il a été conduit à prendre position dans une querelle philosophique bien plus ample sur le caractère ontologique du réalisme.

L'unité de méthode revendiquée par Popper se manifeste par une interprétation de l'expérimentation, tout aussi fragile en sciences naturelles que ce que Hayek l'a décrite pour les sciences sociales : le rejet du physicalisme ne signifie pas pour autant que l'abandon de l'expérimentation soit inéluctable, dès lors que l'on traite d'un matériau empirique humain ou social, à la fois naturel et artificiel. Nous touchons ici l'un des points majeurs d'incompréhension entre les deux auteurs. Par expérimentation, Popper entend essentiellement l'application de la méthode « essais et erreurs » dont il a esquissé les contours dès la publication de la *Logik der Forschung* (1935, sections 18, 22, 30). Or il ne voit pas ce qui empêcherait de pratiquer cette méthode en matière sociale, et il en fournit même quelques exemples économiques avec le changement de prix d'un monopole, mais aussi l'introduction d'une nouvelle taxe sur les ventes ou d'une politique de prévention des cycles (1956 : 88). Sa théorie de la connaissance « objective » peut même être considérée comme une explication individualiste méthodologique (au sens de Hayek) des phénomènes sociaux, caractérisés par la double incidence de l'effet Œdipe et de l'existence de conséquences involontaires associées aux actions humaines. Le rapprochement avec Hayek se fonde ici sur une double analogie génératrice d'ambiguïté. D'une part, en effet, toute expérimentation peut s'entendre comme une action dont les résultats incertains n'ont pas été toujours prévus. D'autre part, la comparaison des résultats obtenus aux résultats attendus peut être considérée comme une application frustrée de la méthode d'essais et erreurs. Ainsi entendue, l'expérimentation appliquée aux domaines humains ou sociaux, qui peut prendre la forme d'une « socio-technique fragmentaire », ne se confond pas avec la mise en œuvre d'une planification sociale impérative.

L'écart entre les desseins poursuivis par les actions des hommes et leur résultat constitue, pour Hayek, le fait générateur d'un ordre social qui n'a que peu de choses à voir avec l'analyse critique d'un observateur scientifique. Quant à la méthode des essais et erreurs, elle est pratiquée par le scientifique qui, lorsqu'il cherche à interpréter les résultats d'une expérience, enrichit et affine ses connaissances théoriques. Pour transposer cette procédure dans l'univers hayekien, il faudrait supposer une identité de nature entre les croyances qui animent les acteurs et celles qui guident les chercheurs en examinant l'écart enregistré entre les croyances des personnes et l'observation des résultats de leurs actions. Pour valider empiriquement cette transposition, il faudrait associer un critère d'unanimité à toute procédure de planification (cf. Popper 1957 : 64 n 1) ce qui aurait pour conséquence de vider de son contenu l'hypothèse de l'individualisme méthodologique que les deux auteurs partagent. Le statut de la « pure logique des choix » suffit à montrer la non pertinence de cette démarche dans la représentation que se fait Hayek de la science économique. Si elle permet de clarifier les implications formelles des hypothèses énoncées, elle conduit

⁴⁸ *Eppur' si muove.*

seulement à des résultats tautologiques (Hayek, 1937). Quand on retrouve la logique pure des choix au cœur de la méthode de l'hypothèse nulle proposée par Popper, elle est utilisée en revanche pour interpréter les résultats des comportements effectifs des agents concrets (Popper, 1956 : 139).

Plus encore que l'affirmation moniste sur la connaissance scientifique, c'est plutôt le traitement que Popper réserve aux trois types de différences identifiés par Hayek entre sciences sociales et sciences naturelles qui met le mieux en évidence la distance qui sépare leurs positions sur la connaissance économique. Dans la *Poverty*, Popper choisit précisément tous ses exemples dans la science économique.

On a déjà vu la manière dont Popper minimise l'objection de l'impossibilité des expérimentations en économie. La seconde différence concerne les difficultés rencontrées par la quantification et la mesure. Là encore, Popper réduit la portée de cet argument en prenant appui sur les travaux économétriques de Frish portant sur l'analyse de la demande, où l'application de méthodes quantitatives vise à mettre en évidence des relations qualitatives. Reste la différence qu'il considère comme la plus importante. Elle porte sur la possibilité de recourir à l'hypothèse de rationalité des comportements en vue de la construction de modèles. Cette propriété peut certes être rapprochée de la spécificité cognitive des sciences sociales identifiée par Hayek, mais l'interprétation qu'en donne Popper révèle encore un désaccord profond. Hayek reconnaît que l'accès aux données individuelles est plus facile et plus direct en sciences sociales (voir la citation de Carl Menger in Hayek 1952a : 54-6), mais cette intelligibilité n'implique chez lui aucun recours à la rationalité individuelle. Hayek aurait même tendance à voir la prise en compte de ces objectifs supposés rationnels comme la manifestation d'une difficulté supplémentaire des sciences sociales. Popper, au contraire, y voit une raison de penser que les sciences sociales en général et l'économie en particulier sont moins compliquées (1956 : 138). La raison tient précisément à la possibilité offerte par cette propriété d'utiliser l'hypothèse de rationalité en vue de construire des modèles relativement simples et se ramener [*zurückführen*] aux interactions entre agents, comme autant d'approximations de leurs comportements réels.

Rationalité et connaissance économique

Sur cette partie de leur œuvre, la comparaison entre Hayek et Popper n'est à première vue pas flatteuse pour Popper, puisque les questions du subjectivisme et de la méthode compositive héritées de Carl Menger sont largement développées dans la *Counter-revolution of science*. C'est sur le sujet de la connaissance économique que la divergence entre Hayek et Popper devient particulièrement flagrante, et leurs positions irréconciliables.

Le texte de Popper sur le principe de rationalité⁴⁹ fut publié (en français) dans un ouvrage collectif en l'honneur de Jacques Rueff (1967), à côté de l'article où Hayek développe l'objet des sciences sociales comme un problème de coordination portant sur « le résultat

⁴⁹ Voir l'histoire de cet article dans l'introduction de Notturmo à Popper 1994a (posthume) et dans les longues notes de Popper à la version complète de l'article sur le « Principe de rationalité » [1994b]. Voir également *Open Society*, et les commentaires in Nadeau 1993a, Koertge 1979, Watkins 1970 et Lagueux 1993.

des actions des hommes, mais non de leurs desseins » (1967a ou 1967b). Le raisonnement qui représente le seul lien explicite chez Popper entre l'analyse de la rationalité individuelle en sciences sociales et les travaux de la *Poverty* ou de *Open society* semble assez frustrer. Pour comprendre la cohérence de la position de Popper, il faut attendre la publication en 1994 du texte de la conférence originale qui avait fourni la matière pour le texte publié en 1967.

Dans les chapitres de la *Counter-revolution of science*, Hayek associe la rationalité individuelle au subjectivisme. L'engagement méthodologique de Hayek en faveur de la position défendue par Carl Menger est clair et sans faille. Rien ne s'explique qui ne passe par la médiation d'un esprit à travers la rationalité des choix individuels. Popper rappelle dans la version publiée en 1994 que son expression « logique de la situation » est calquée sur celle de Hayek « logique (pure) des choix » (Popper 1994 : 181 n 1). Le philosophe fait alors remarquer que cette filiation suffit pour ôter du concept de rationalité et de l'analyse toute connotation déterministe ou prescriptive. Qui se limite à la première version de l'article publiée en français ne peut accéder au fond de cet argument, parce que les sections sur le statut des modèles et de la prévision en sciences sociales ont été supprimées du texte : seul le sous-titre original a été conservé (*i.e.* la rationalité et le statut du principe de rationalité).

Le texte de Hayek (1952a) comporte une discussion sur les relations entre la méthode individualiste et le caractère subjectif des données dans les sciences sociales. Sans connaître les travaux de Menger, Popper les rejoint en se ralliant à la position de Hayek. Menger et Hayek décrivent les institutions comme une forme librement choisie par les individus, qui conditionne leur comportement (*pattern* in Hayek 1967a). Leur présentation dans le cadre popperien de la méthode des essais et de l'erreur les transforme en hypothèses (théories du Monde-3) dont l'amélioration est assimilable à l'accroissement de la vérisimilitude des hypothèses sur l'environnement réel (Agassi 1997 : 523 n 10). Les positions soutenues par Hayek et Popper dans des cadres analytiques différents sont convergentes, au moins en apparence.

A première vue, elles s'appuient toutes deux sur la psychologie de l'individu. Mais les références des auteurs sont bien distinctes. Hayek (*cf.* 1952b) est l'héritier de Wundt. Les théories de Wundt demeurent prisonnières d'une vision instrumentale de la science, et d'une représentation de la connaissance individuelle qui procède par associations inductives (et passives) entre des sensations ou des stimulations du cortex. Cette présentation de l'individu est incompatible avec les recherches entreprises par Karl Bühler et poursuivies dans un premier temps par Popper, avant d'être reprises par l'éthologie et par l'épistémologie évolutionniste. Illustrée par les fonctions supérieures du langage, la psychologie de Bühler n'est ni associationniste ni inductive. L'originalité de la position de Popper se fait alors jour face à la démarche de Hayek : depuis le début de ses recherches en psychologie et en philosophie des sciences, Popper n'a eu de cesse de s'opposer aux théories inductives à tous les niveaux. Les théories de la connaissance individuelle auxquelles Hayek et Popper font référence sont, pour cette raison, profondément différentes et les programmes de décision des agents qu'ils décrivent ne sont pas interprétés de la même manière. La « logique des choix », au sens où l'entend Hayek, renvoie ainsi à une tout autre conception de la connaissance que celle à laquelle se réfère Popper lorsqu'il parle de « situation de choix ».

L'argument peut être poursuivi en méthodologie. Si Popper minimise l'objection de l'impossibilité des expérimentations en science économique, c'est qu'il admet qu'il est possible de relier la connaissance individuelle à une logique de situation. Le subjectivisme et la prise en compte des motivations psychologiques des agents ont été rendus possibles par le rejet de toute forme de psychologisme : seule la possibilité logique de reconduire [*zurückführen*] à un raisonnement individuel revêt de l'importance pour atteindre un statut de loi ou de quasi-loi en sciences sociales. Allant plus loin encore, il démontre (*e.g.* 1967) que tout modèle des sciences sociales incorpore la rationalité individuelle comme composante (non autonome) de l'appréhension du réel par les agents.

L'argumentation de Hayek est plus floue et plus complexe. D'un côté Hayek affirme à plusieurs reprises qu'une approche théorique des phénomènes sociaux est susceptible de fournir des explications de principe. Mais ces théories tirent leur cohérence du partage en commun d'expériences individuelles accumulées. Par ailleurs, elles ne permettent jamais d'expliquer complètement un phénomène en raison de la limitation irréductible des connaissances individuelles sur les phénomènes sociaux, et de la complexité elle-même de ces phénomènes (Hayek, 1952a : 57-60). Ces deux faces d'une même contrainte le conduisent à adopter par la suite une position évolutionniste (1988 : chapitre 5).

Le débat méthodologique permet d'aborder les fondements de la connaissance économique. L'option choisie par Popper le conduit à envisager toute espèce de progrès dans la connaissance scientifique comme le résultat de confrontations entre un corps d'hypothèses théoriques cohérentes et un dispositif expérimental. C'est dans l'interprétation donnée aux observations que réside pour lui la clé d'un éventuel progrès dans la connaissance objective. D'une certaine manière, la science économique, dès lors qu'elle a mieux résisté que les autres domaines aux sirènes de l'historicisme, trouve sa légitimité dans le schéma général de cette démarche (*cf.* Munz 1997 : 53). C'est pourquoi ce qu'il nomme « social piecemeal engineering » peut s'entendre comme une manière de substitut partiel à l'épreuve de l'expérimentation dans les sciences physiques, qui ouvre la voie à une forme de connaissance objective en économie (Popper 1957 : 64 n1 et 2). Pour Hayek la connaissance économique est d'une nature différente.⁵⁰ En tant que science théorique, elle vise l'explication d'un problème particulier, puisque la tâche de la science économique est de rendre compte d'ordres sociaux résultant de l'interaction d'actions individuelles (Hayek 1953 : 56). La solution de ce problème passe également par une procédure d'essais et d'erreurs, interprétée différemment. Si les deux auteurs rejettent l'histoire et relient la connaissance économique à une approche procédurale, c'est selon deux acceptions distinctes qui ne renvoient pas aux mêmes fondements. Comment dans ces conditions ne pas considérer que le rapprochement tentant et fréquemment rappelé entre la « big society » de Hayek et l'« open society » de Popper est en réalité construit sur un malentendu ?

L'analyse comparative de ces deux positions donne lieu à une curieuse inversion des rôles. Mettant en évidence la complexité des phénomènes sociaux, Hayek a abouti à une solution épistémologique simple. En insistant au contraire sur leur relative simplicité, Popper est parvenu à une solution beaucoup plus complexe. Mais le plus piquant, pour nous, est sans

⁵⁰ Pour une analyse de la conception hayekienne de la connaissance, *cf.* Schmidt et Versailles 1999.

doute que c'est Hayek l'économiste qui aujourd'hui encore apparaît comme le moins économiste des deux.

Bibliographie

- Agassi, Joseph, 1994, « Popper systematized », *Philosophia* (Israel), volume 23 numéro 1-4 (juillet) pp 345-54.
- Agassi, Joseph, 1997, « Celebrating the *Open society* », *Philosophy of the social sciences*, volume 27 numéro 4 (décembre), pp 486-525.
- Albert, Hans, 1988, « Hermeneutics and economics : a criticism of hermeneutical thinking in the social sciences », *Kyklos*, vol 41, n°4, 573-602.
- Arena, Richard, 1999, « Hayek et l'équilibre économique : une autre interprétation », *Revue d'Economie Politique*, vol 109 n°6, pp. 847-58.
- Boettke, Peter J., 1998, « Economic calculation : The Austrian contribution to political economy », pp. 131-159 in *Advances in austrian economics*, volume 5, 1998, Stanford, CT and London, England : Jai Press Inc.
- Boland, Lawrence A., 1981, « On the futility of criticizing the neoclassical maximization hypothesis », *American Economic Review*, volume 71, pp 1031-6.
- Cubeddu, Raimondo, 1992, *Il liberalismo della scuola austriaca, Menger, Mises, Hayek*, Napoli / Milano : Murano Editore.
- Hacohen, Malachi H., 1995, « The *Poverty of historicism* in context : Karl Popper and interwar Vienna », **mimeo**, History of Economic Workshop, February 3rd, 1995.
- Hacohen, Malachi H., 1996, « Karl Popper in exile : the Viennese progressive tradition and the making of the *Open Society* », *Philosophy of the Social Sciences*, volume 26 numéro 4 (décembre), pp. 452-92, Special issue on the 50th anniversary of Popper's *The Open Society and its Enemies* (part I), sous la direction de Jeremy Shearmur et Ian C. Jarvie.
- Hayek, Friedrich, 1935a, « The nature and history of the problem », in *Collectivist economic planning*, edited by F. Hayek, New York : Augustus Kelley.
- Hayek, Friedrich, 1935b, « The state of the debate », in *Collectivist economic planning*, edited by F. Hayek, New York : Augustus Kelley.
- Hayek, Friedrich, 1937, « Economics and knowledge », *Economica*, vol IV, pp. 33-54.
- Hayek, Friedrich, 1941, « The counter-revolution of science », *Economica* : partie I, feb : 9-36 ; partie II, mai : 119-150 ; partie III, août : 281-320.
- Hayek, Friedrich, 1942, « Scientism and the study of society – part I », *Economica*, August, pp. 267-91.

- Hayek, Friedrich, 1943, « Scientism and the study of society – part II », *Economica*, February, pp. 34-63.
- Hayek, Friedrich, 1944, « Scientism and the study of society – part III », *Economica*, February, pp. 27-39.
- Hayek, Friedrich, 1945, « The use of knowledge in society », *American Economic Review* volume XXXV numéro 4, pp. 519-30.
- Hayek, Friedrich, 1952a, *The counter-revolution of science : Studies on the abuse of reason*, Indianapolis : The Free Press (reprint 1979).
- Hayek, Friedrich, 1952b, *The Sensory order, an inquiry into the foundations of theoretical psychology*, London : Routledge.
- Hayek, Friedrich, 1953, *Scientisme et sciences sociales*, traduction par Raymond Barre de *Scientism and the study of society*, Paris : Plon 1953, reprint Presses Pockett, collection Agora # 11 (1991).
- Hayek, Friedrich, 1955, « Degrees of explanation », *British Journal for the Philosophy of Science*, volume VI ; reprint avec reprise de quatre paragraphes omis dans la revue comme chapitre 1, pp. 3-21 in Hayek-1967c.
- Hayek, Friedrich, 1967a, « Le résultat de l'action des hommes mais non de leurs desseins », pp. 98-106 in Claassen, E.M. ed., 1967, *Les fondements philosophiques des systèmes économiques, Textes de Jacques Rueff et essais rédigés en son honneur*, Paris : Payot.
- Hayek, Friedrich, 1967b, « The result of human action but not of human design », chapitre 6 pp. 96-105 in Hayek-1967c.
- Hayek, Friedrich, 1967c, *Studies in philosophy, politics and economics*, London ; Routledge ; Chicago : the Univ of Chicago Press.
- Hayek, Friedrich, 1973, *Law, legislation and liberty*, vol I *Rules and order*, London : Routledge.
- Hayek, Friedrich, 1988, *The fatal conceit, The errors of socialism*, London : Routledge.
- Hayek, Friedrich, 1992, « Carl Menger, 1840-1921 », in *The fortunes of liberalism, The collected works of F. A. Hayek, volume IV*, Peter Klein ed, pp. 61-96.
- Hutchison, Terence, 1994, « Hayek, Mises and the methodological contradictions of 'modern Austrian' economics », chapitre 10 pp. 212-240 in Hutchison, Terence, ed, 1994, *The uses and abuses of economics, Contentious essays on history and method*, London : Routledge.
- Koertge, Noretta, 1979, « The methodological status of Popper's rationality principle », *Theory and decision*, vol X, pp. 83-95.
- Lagueux, Maurice, 1993, « Popper and the rationality principle », *Philosophy of the social sciences*, vol 23, numéro 4, pp. 468-80.
- Menger, Carl, 1871, *Grundsätze der Volkswirtschaftslehre*, (reprint photo 1976 avec une introduction de Hayek) Tübingen : Siebeck Mohr.

- Menger, Carl, 1883, *Untersuchungen über die Methode der Sozialwissenschaften und der politischen Ökonomie insbesondere*, Leipzig : Duncker u. Humbolt.
- Menger, Carl, 1884, *Die Irrthümer des Historismus in der Deutschen National-ökonomie*, Wien : Alfred Hölder.
- Mises, Ludwig, 1933, *Epistemological problems of economics*, traduction anglaise, New York : New York University Press 1960 (repr 1983).
- Mises, Ludwig, 1940, *Nationalökonomie, Theorie des Handelns und Wirtschaftens*, Munich : Philosophia Verlag, reprint 1980.
- Morgenstern, Oskar, 1935, « Vollkommene Voraussicht und wirtschaftliches Gleichgewicht », *Zeitschrift für Nationalökonomie*, volume 6 pp. 337-57. Traduction anglaise « Perfect foresight and economic equilibrium », in Schotter, Andrew, ed. 1976, *Selected economic writings of Oskar Morgenstern*, pp. 169-83.
- Munz, Peter, 1997, « The quixotic element in the *Open society* », *Philosophy of the social sciences*, volume 27 numéro 1 (mars), pp 39-55.
- Nadeau, Robert, 1986, « Hayek, Popper et la question du scientisme », *Manuscripto*, volume IX numéro 2 (octobre), pp. 125-56.
- Nadeau, Robert, 1993a, « Confuting Popper on the rationality principle », *Philosophy of the social sciences*, vol 23 n°4, décembre, pp. 446-67.
- Nadeau, Robert, 1993b, « Popper et la méthodologie économique : un profond malentendu », *Revue de synthèse*, vol IV, numéro 1, 61-85.
- Popper, Karl R., 1935, *Logik der Forschung, Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft*, Wien : Springer.
- Popper, Karl R., 1944, « The poverty of historicism », *Economica*, Partie I : Mai, pp. 86-103 ; partie II : Août, pp. 119-137.
- Popper, Karl R., 1945, « The poverty of historicism, III », *Economica*, , Mai, pp. 69-89.
- Popper, Karl R., 1945, *The open society and its enemies*, volume I : *The spell of Plato* ; volume II : *The high tide of prophecy, Hegel, Marx and aftermarth*, London : Routledge, 1945 ; Princeton : Princeton Univ Press, 1962 et paperback 1971.
- Popper, Karl R., 1950, « Indeterminism in quatum physics and in classical physics », *British journal for the philosophy of science*, vol I, 117-33 et 173-95.
- Popper, Karl R., 1956, *Misère de l'historicisme*, Paris : Plon (trad d'Hervé Rousseau).
- Popper, Karl R., 1957, *The poverty of historicism*, London : Routledge. Nous utilisons le reprint 1994 (paperback)
- Popper, Karl R., 1962, « Die Logik der Sozialwissenschaften », *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, volume 14, pp. 233-48 ; in Adorno, Popper, Dahrendorf, Habermas, Albert, Pilot, eds ; 1969, *Der Positivismusstreit in der Deutschen Soziologie*, Darmstad / Neuwied : Hermann Luchterhand Verlag.

- Popper, Karl R., 1967, « La rationalité et le statut du principe de rationalité », pp. 142-150 in Claassen, E. M. ed., 1967, *Les fondements philosophiques des systèmes économiques, Textes de Jacques Rueff et essais rédigés en son honneur*, Paris : Payot.
- Popper, Karl R., 1972, *Objective knowledge*, London : Routledge (2^{ème} ed 1979).
- Popper, Karl R., 1981, *La Quête Inachevée*, Paris : Calmann Lévy ; nouvelle édition augmentée selon le texte anglais de 1986, Paris : Presses Pocket.
- Popper, Karl R., 1986, « Entretien sur l'économie », interview par Angélique Bès, *Revue Française d'Economie*, vol I n°2, automne, pp. 55-64.
- Popper, Karl R., 1988, *Misère de l'historicisme*, (cf. édition anglaise de 1976), Paris : Presses Pocket, collection Agora # 22.
- Popper, Karl R., 1994a, *The myth of the framework, In defense of science and rationality*, edited by Mark A Notturmo, London : Routledge
- Popper, Karl R., 1994b, « Models, instruments and truth. The status of the rationality principle in the social sciences », chap 8 pp. 154-184 in Popper-1994a.
- Salerno, Joseph, 1993, « Mises and Hayek deshomogenized », *Review of Austrian Economics*, vol 6, numéro 2, pp. 113-146.
- Schmidt, Christian, 2000, « Hayek, Morgenstern and Game theory », communication au colloque de l'AHTEA (mai 1999) « Analyse et doctrine dans la pensée économique hayekienne », à paraître.
- Schmidt, Christian, et Versailles, David W., 1999, « Une théorie hayekienne de la connaissance économique ? », *Revue d'Economie Politique*, vol 109 n°6, novembre décembre, numéro spécial « Perspectives hayekiennes sur l'analyse économique », sous la direction de Christian Schmidt et David W Versailles, pp. 817-832.
- Shearmur, Jeremy, 1998, « Popper, Hayek and the *Poverty of Historicism* Part I ; A largely bibliographical essay », *Philosophy of the Social Sciences*, volume 28 numéro 3 (septembre), pp. 434-50.
- Simkin, Colin, 1993, *Popper's view on natural and social science*, Leiden : E. J. Brill
- Versailles, David W., 1999, « Individualisme, évolution et auto-organisation chez Hayek », *Cahiers d'Economie Politique*, volume 35 (automne).
- Watkins, John N, 1970, « Imperfect rationality », pp. 167-217 in Borger and Ciofi, eds ; *Explanation in the behavioural sciences*, Cambridge : Cambridge University Press.

**E. CEP, 2006,
“Subjectivisme [...] [dans] les
Grundsätze (1871-1923) de Carl Menger”**

Références :

- VERSAILLES, David W., 2006, « Subjectivisme économique, figures du besoin et de l'utilité marginale à travers les éditions des *Grundsätze* (1871-1923) de Carl Menger », *Cahiers d'économie politique*, n°51, décembre, pp. 91-108.

RÉSUMÉ: Cette contribution argumente que les Grundsätze de Carl Menger fondent le subjectivisme économique dans la théorie cognitive. L'article entre dans le détail des figures du besoin en liaison avec la notion de valeur d'usage. Il revient sur les figures de l'utilité pour distinguer les éditions de ce texte fondateur de la révolution marginaliste. La seconde édition (1923, élaborée par son fils Karl à partir de notes) a été le point de départ d'une lecture qui amoindrit l'originalité du raisonnement initial (1871) en gommant les aspects cognitifs de la représentation de l'individu. Avec les différentes figures du besoin et de l'utilité, dans le concept de valeur d'usage, le subjectivisme de Carl Menger existe en analyse économique sous une forme autonome qui demeure cohérente mais ne dépend pas logiquement d'autres niveaux (dont le subjectivisme ontologique).

ABSTRACT: This contribution argues that Carl Menger's Grundsätze ground subjectivism in cognitive features. It elaborates on need-satisfaction in relation with the use value of goods. It details the various forms raised for utility in Menger's texts and distinguishes between the various editions of the Grundsätze. The second edition (1923, edited by his son Karl in reshaping notes and drafts) turns out as the starting point of an interpretation lowering the cognitive content of the original text (1871) and, hereby, the originality of the representations of individuals. With the various aspects of needs and utility, with the concept of use value, Carl Menger's economic subjectivism does exist on an autonomous basis. His subjectivism remains consistent with the ontological levels, yet its explicatory power does not depend logically from it.

KEYWORDS: Carl Menger, Grundsätze, subjectivism, marginal utility.

« *Two souls reside in my brain* »⁵¹ : Karl Menger est à la fois un mathématicien et le fils de l'auteur des *Grundsätze*, Carl. Karl Menger joue un rôle dans l'histoire de la pensée économique, parce qu'il est le maître d'œuvre de la deuxième édition de l'œuvre maîtresse de Carl Menger. Les *Grundsätze der Volkswirtschaftslehre*, publiés en 1871, contiennent le raisonnement sur la théorie de la valeur utilité. Le développement d'un concept d'utilité détaché des notions de coûts et enraciné dans la valeur d'usage marque la paternité de Carl Menger, commune avec Jevons et Walras, envers le néoclassicisme. Lorsque Carl Menger décède en 1921, il laisse derrière lui une série de notes et de carnets qui n'ont pas encore été mis en forme pour la publication annoncée mais toujours retardée de la deuxième édition des *Grundsätze*. Le volume de ces carnets⁵² est important et couvre près de vingt ans de recherches, puisque Carl Menger a pris sa retraite de l'université dès 1903 dans le but de compléter son économie de digressions en philosophie, en psychologie et en ethnologie. Rien ne permet de spécifier à partir de ses notes quel ouvrage Carl Menger voulait produire comme deuxième édition de son œuvre économique. Le texte de 1923 des *Grundsätze* a presque doublé par rapport à celui de 1871 (Alter 1990b : 159), même si Karl Menger (1923 : x, xvii) précise dans son introduction à la deuxième édition de l'œuvre de son père que le texte n'a pas significativement évolué sur le fond de la théorie économique. Rien ne permet de comprendre jusqu'à quel point Karl Menger se détache du message théorique de son père à partir des archives disponibles. Seul point de référence potentiel, parce que Karl le proclame de toute bonne foi dans l'avant-propos qu'il rédige en 1923 : il est certain de ne pas avoir travesti la théorie économique de son père.

L'analyse des relations entre le père et le fils concerne la théorie économique à deux titres : Karl Menger en tant qu'*editor* des *Grundsätze* de 1923, et Karl Menger comme commentateur de l'œuvre de Carl Menger. Le premier point revêt la plus grande importance pour l'analyse de l'œuvre du fondateur de l'Ecole Autrichienne, puisque aujourd'hui des traductions des deux éditions co-existent : non seulement elles manifestent dans leurs textes des approximations et des contresens (*e.g.* la traduction américaine de 1976), mais encore elles empruntent aux deux textes pour forger un message unique forcément hybride qui ne rend justice à aucune des versions de l'ouvrage. Les commentateurs de la théorie économique ne sont pas très nombreux et, le plus souvent, ils ne se basent pas sur le texte original allemand des ouvrages. Les traductions anglaises ou italiennes sont assez inégales, bien que le texte de Carl Menger soit facilement lisible en allemand malgré les restrictions d'usage pour une langue qui tolère des phrases très longues. Karl Menger insiste sur ce point (1973), le texte est essentiellement littéraire et ne permet pas facilement de passer à une formalisation mathématique qui procurerait une autre entrée sur la théorie. En pratique, certaines des spécificités de la première édition sont gommées dans la version de 1923, simplifications qui permettent de condenser le message tout en le rendant plus comparable à la théorie de l'équilibre général.

⁵¹ Cité par Karl Menger, 1973 : 38.

⁵² Les notes et carnets de Carl Menger sont aujourd'hui conservés par la Duke University (<http://scriptorium.lib.duke.edu/dynaweb/findaids/menger/>) aux Etats-Unis, alors qu'au Japon la Hitotsubashi University (<http://www.lib.hit-u.ac.jp/service/koten/collections-eng.html>) a racheté l'ensemble de la bibliothèque personnelle de Carl Menger. Les *Menger Papers* conservés à Duke comportent vingt-cinq carnets de notes (small and medium-sized notebooks, *sic* Yagi 1993 : 700 n6), ainsi que deux volumes plus importants, « Geflügelte Worte » et « Theoretisches Repertorium », qui datent de 1867-8.

Cette contribution va argumenter que Karl Menger, consciemment ou non peu importe, a été l'artisan d'une lecture de l'œuvre de son père Carl qui en amoindrit l'originalité parce qu'elle atténue les aspects cognitifs de la représentation de l'individu qui permettent, rétrospectivement, d'argumenter que Carl Menger est loin d'être « *the odd man out* ». Elle va dans un premier temps retracer les diverses étapes de la transformation qui existe entre les deux versions de l'œuvre, puis va entrer dans le détail de l'analyse des figures du besoin en liaison avec les schémas cognitifs individuels mobilisés par Carl Menger. C'est l'association de la notion de valeur d'usage à une description théorique de l'*homo oeconomicus* préfigurant les théories cognitives qui représente une des originalités de la contribution du fondateur de l'Ecole autrichienne d'économie politique. Elle sera détaillée ici à partir des figures de l'utilité pour comprendre à quoi s'applique le marginalisme de Menger. S'il est possible de distinguer les éditions de 1871 et 1923 sur la base de schémas qui ne positionnent pas au même niveau les aspects cognitifs, il semble toutefois qu'elles renvoient à des contenus économiques analogues pour la notion d'utilité.

A travers les différentes figures du besoin et de l'utilité, dans le concept de valeur d'usage, le subjectivisme du fondateur de l'école Autrichienne prend forme en matière économique de façon autonome. Les commentateurs de Menger gommant le plus souvent cette originalité sous des aspects épistémologiques, voire méthodologiques. De façon indirecte, cette contribution va aussi souligner combien les différents aspects de la théorie économique présents dans les deux versions des *Grundsätze* sont indispensables pour apprécier convenablement la dimension aristotélicienne de la pensée (philosophique) de Carl Menger.

Les Grundsätze de 1871 à 1923

Les premiers travaux de Menger économiste ne portent pas sur la lecture des économistes classiques anglais qu'il va critiquer par la suite, mais sur les traités de Wilhelm Roscher et Karl Heinrich Rau (Yagi, 1993 : 703 ; Kauder 1965 : 87 ; Menger Carl 1963 ; Menger Karl 1973 : 6). Le manuel de Rau est représentatif du mode d'exposition habituel dans les pays germaniques du dix-neuvième siècle : l'analyse économique se rattache à un point de départ philosophique dépeignant l'être humain dans le monde réel. Dans les *Grundsätze*, Carl Menger développe un raisonnement qui explique la genèse de la valeur à partir des mécanismes cognitifs individuels : il passe par plusieurs chapitres qui enracinent la valeur d'usage des biens dans la référence aux besoins individuels. Dans les *Grundsätze* de 1871, le chapitre sur les biens est indépendant de ceux qui traitent de la valeur, de l'échange, des prix. Dans les *Grundsätze* de 1923, la coupure est encore plus nette puisque le premier chapitre concerne les besoins, le deuxième chapitre les biens, le suivant l'articulation entre les biens et les besoins, puis le quatrième chapitre développe le caractère économique des biens. La progression est plus détaillée que cinquante ans auparavant puisqu'il ne faut pas moins de cinq chapitres pour parvenir à l'analyse de la valeur.

Karl Menger (1923 : ix) précise que, déjà en 1871, son père pensait faire précéder sa théorie des biens et de la valeur d'un exposé systématique des besoins : il y avait même consacré quelques feuillets, supprimés des épreuves durant les corrections. Carl Menger semble être revenu de façon récurrente sur ce point, reculant toute réimpression ou refusant toute traduction des *Grundsätze* de 1871 parce qu'il ne pouvait pas se décider à laisser de

côté le sujet. Lorsqu'il se retire de l'université et prend sa retraite anticipée, il entend développer un pont entre l'économie, la biologie et la physiologie qui représente alors le point d'ancrage de la scientification⁵³ de la psychologie. Les fragments qui vont par la suite constituer le « nouveau » chapitre premier de l'édition sont rédigés alors.

Le plan de Menger dans la première version de 1871 est déjà éclairant pour différencier les deux éditions des *Grundsätze*. Les chapitres analysent, dans l'ordre, la théorie générale des biens, les biens économiques, la théorie de la valeur, la théorie de l'échange, la théorie des prix, la valeur d'échange et la valeur d'usage, la théorie des marchandises, la théorie de la monnaie. Comme chez Jevons, la notion d'échange occupe une place centrale dans le raisonnement économique. On peut, en revanche, noter immédiatement que la notion de valeur ne provient pas d'une théorie des plaisirs et des peines, mais d'un raisonnement sur le caractère économique des biens.

Le premier chapitre de 1923 est nouveau, *Die Lehre von der Bedürfnisse* [la théorie des besoins]. Il vient s'insérer avant les chapitres sur les biens (les anciens chapitres 1 et 2 sur la théorie générale des biens et sur la théorie des biens économiques) qui sont eux-mêmes séparés par un troisième chapitre consacré à la mesure des besoins humains et à leur relation avec les biens [*Über das Maß der menschlichen Bedürfnisse und der Güter*], partiellement nouveau et reprenant des anciennes parties des deux premiers chapitres initiaux. Le deuxième chapitre, consacré à la théorie des biens, est amendé par des précisions nouvelles sur les déterminants des motifs qui font le caractère de bien économique associé à une chose ou à un service. Fondamentalement, la notion de « relation » est introduite dans la seconde édition des *Grundsätze*, marquant l'interrelation entre les biens et leur usage par les individus. Le chapitre trois reprend les deux premières sections de l'ancien chapitre deux. Le chapitre quatre en reprend le reste, mais avec des ajouts importants : certaines notes complètent la théorie des besoins du nouveau chapitre premier, mais le principal changement concerne la nouvelle définition de l'économie.

L'édition de 1871 se limitait à présenter la discipline comme l'analyse de l'économicité des biens suite à une analyse de la rareté des quantités (*sic* Karl Menger, 1923 : xiii), mais la version de 1923 est enrichie par la confrontation du caractère objectif de la disponibilité des biens avec la subjectivité des individus, par des considérations sur la consommation, la division du travail et la production. Il est typique du chapitre trois de la nouvelle édition de mettre en évidence des considérations sur l'organisation sociale et sur l'interaction entre individus qui ne figuraient pas dans l'édition de 1871, où l'analyse de l'économicité demeurait explicitement associée à une solution individuelle. Cela ressort en particulier à travers les divergences qui existent entre les deux éditions sur la théorie du capital, abordée dans le chapitre quatre sous une forme qui ressemble bien plus à la version de Böhm-Bawerk qu'aux développements de la première édition. Le chapitre cinq, sur la théorie de la valeur, correspond à l'ancien chapitre trois, auquel a été mélangé le contenu de l'ancien chapitre six sur la distinction entre valeur d'usage et valeur d'échange. Ici encore, l'introduction de considérations interindividuelles conduit à amender, sinon le message théorique de la première édition, au moins sa présentation qui s'attarde largement sur des considérations « sociales » (*dixit* Karl Menger).

⁵³ La psychologie se situe alors avant le behaviorisme et les théories de Freud.

Sans analyser plus avant les manuscrits laissés par Carl Menger, ses carnets et les annotations sur les ouvrages qui lui ont servi dans les dernières années de sa recherche, il est très difficile, sinon impossible, de dire ce qui doit être attribué à Carl Menger ou à son fils Karl dans la seconde édition. Le fils se croit dépositaire et garant du message fondamental de son père en économie ; il est persuadé de ne pas varier de la ligne définie par son père. C'est, en tout cas, l'impression générale qui se dégage de l'introduction de l'éditeur rédigée en 1923 pour figurer dans la deuxième édition. Ce que l'on peut constater est toutefois assez simple : entre les deux éditions, le lecteur relève des différences de plan, des déplacements de texte, quelques suppressions, des ajouts non négligeables, quelques concepts nouveaux, et surtout des contradictions. Les imputer à Carl Menger ou à son fils Karl est difficile, puisque la deuxième édition des *Grundsätze* est posthume, réalisée à partir de documents laissés par Carl Menger sans que personne ne puisse aujourd'hui disposer d'indications sur les modifications qu'il avait réellement retenues pour le plan, le texte ou la théorie. Les archives qui demeurent accessibles dans les divers fonds ont d'ailleurs été « triées » par son fils sans que l'on puisse reconstituer ex post la contribution de cette activité à la conservation de l'œuvre originale. Toute démarcation sera donc une hypothèse, qu'il est possible d'étayer à partir de l'analyse des fondamentaux de la contribution Autrichienne à la révolution marginaliste : les figures du besoin, les figures de l'utilité, la valeur d'usage et la spécificité du calcul marginal. Dans les différentes sections de cette contribution, l'application du calcul subjectiviste aux différentes phases du raisonnement économique permettra de spécifier la prise en compte de la connaissance individuelle par Carl Menger.

Les figures du besoin et la connaissance individuelle.

Sur le plan économique, le subjectivisme de Carl Menger s'exprime comme la recherche d'une pertinence dans l'adéquation entre un désir et un bien. Insistant sur une dimension plus psychologique, Roscher avait déjà exprimé cela dans son manuel : « la valeur économique d'un bien réside dans l'importance qu'il revêt pour la conscience finalisée d'un agent économique ».⁵⁴ Cette version représente exactement le développement conduit dans la première édition des *Grundsätze*. Le subjectivisme ne réside pas seulement dans la reconnaissance d'une relation entre les désirs et les biens qui soit interprétée par l'individu, mais il insiste aussi sur le rôle actif que joue l'individu au moment de contrôler les biens et d'en disposer quand ils peuvent conduire à la satisfaction de certains désirs / besoins. Cette relation comporte deux composantes indissociables, qualitative et quantitative. Pour l'appréhender, Menger utilise la notion de *Bedarf*, qui est particulièrement difficile à traduire et même à transposer en allemand moderne.

Dans la première édition des *Grundsätze*, Menger explique que les choses qui ont la capacité à relier causalement la satisfaction de certains besoins humains à des biens font naître ce que l'on peut désigner comme une « utilité »⁵⁵ [*Nützlichkeit*]. Cela permet de

⁵⁴ « *Wirtschaftlicher Wert eines Gutes ist die Bedeutung, welche dasselbe für das Zweckbewußtsein des wirtschaftenden Menschen hat* », Roscher 1864 :6.

⁵⁵ « *Diejenigen Dinge, welche die Tauglichkeit haben, in Causal-Zusammenhang mit der Befriedigung menschlicher Bedürfnisse gesetzt zu werden, nennen wir **Nützlichkeiten**, wofern wir diesen Causal-Zusammenhang aber erkennen und es zugleich in unserer Macht haben, die in Rede stehender Dinge zur*

mettre en évidence un bien, ou d'attribuer le statut de bien (économique) à une entité qui mérite uniquement d'être mise en évidence ainsi parce qu'elle répond à la fois aux quatre conditions suivantes :

1. un besoin humain existe ;
2. la qualité [*Eigenschaft*] de la chose est directement et causalement reliée au besoin ;
3. ce rapport de causalité est connu de l'individu ;
4. le bien est disponible pour que l'individu puisse satisfaire son besoin (Menger précise que le bien doit être disponible concrètement, préhensible presque pour l'individu : l'acte d'acquisition doit relever du domaine des possibles. Ainsi, une chose perdra sa qualité de bien pour un individu précis s'il en perd la disponibilité potentielle).

Dans la première édition des *Grundsätze*, la qualité de bien est associée à un comportement de l'individu vis-à-vis du bien ou de la chose. L'économicité du bien repose largement sur une analyse des quantités de biens disponibles pour l'individu, de façon concrète, mais ces quantités ne peuvent jamais être objectivées puisqu'elles sont enracinées dans le raisonnement de chaque individu. La première édition des *Grundsätze* évoque incidemment (Menger 1871 : 35) une définition du *Bedarf* qui est assimilée à une notion de demande, *i.e.* une quantité de biens nécessaire à la satisfaction d'un besoin [*Bedürfnis*]. Mais l'emploi du terme, dans la suite du chapitre deux sur l'économicité des biens, est tout de même assez ambigu et ne rend pas compte d'une notion aussi objective. Il faut attendre la seconde édition des *Grundsätze* (au chapitre trois, consacré à la relation entre les besoins [*Bedürfnisse*] humains et les biens) pour trouver exprimée la première définition du terme : « le besoin est l'ensemble des quantités de biens nécessaires à la satisfaction intégrale, tant quantitative que qualitative, des besoins d'un homme économique, pendant une période de temps donnée »⁵⁶ (Menger 1923 : 32, traduit par Bloch 1937 : 82).

Dans les deux textes, en 1871 et en 1923, le lecteur retrouve constamment un mécanisme d'exposition qui conduit Carl Menger à mettre en relation les notions de *Bedarf* et de *Bedürfnis*. Ce dernier terme est assez simple à traduire, il correspond à la notion concrète de besoin, au sens physique du terme. Bloch (1937 : 81 et *sq.* ; *cf.* Pirou 1937 : 4) a raison d'insister dans son commentaire, la notion de besoin ne correspond pas au sens profond de *Bedarf* puisqu'elle représente exactement l'acception concrète associée à *Bedürfnis*. Aussi le glissement de sens du chapitre 3 de l'édition de 1923 présente-t-il une originalité notable, puisque l'auteur passe sans cesse d'un terme à l'autre, un peu comme s'ils étaient interchangeables. Que les deux notions ne correspondent pas à des quantités de biens peut

Befriedigung unserer Bedürfnisse thatsächlich heranzuziehen, nennen wir sie **Güter**. » (Menger, 1871 : 2) . Le texte appelle une longue note (1 page) dressant un tableau des concepts de « bien » utilisés en économie politique depuis Aristote jusqu'à Fulda (« Gut »= *jede Sache, welche der Mensch zur Befriedigung seiner Bedürfnisse als Mittel erkennt*), Hufeland et Roscher (*System*, I, §1) : « Alles dasjenige, was zur Befriedigung eines **wahren** menschlichen Bedürfnisses anerkannt brauchbar ist ». Dans les citations de Menger et de Roscher, les caractères gras sont repris de l'édition 1871 des *Grundsätze*.

⁵⁶ « die Gesamtheit der ihm [einem Wirtschaftssubjektem] für den obigen Zweck in Rücksicht auf diesem Zeitraum disponiblen Mittel die ihm **verfügbaren Güterquantität** » (caractère gras dans le texte original).

être expliqué par référence à la chronologie du processus cognitif des agents : les besoins ne sont transformés en biens qu'à l'issue du processus de décision, et donc l'assimilation des biens aux besoins est une vision *ex post* qui synthétise la démarche individuelle, ou la résume, mais ne la reconstruit pas. Les deux notions de *Bedürfnis* et de *Bedarf* sont de nature subjective et individuelle. L'information sur les besoins est datée et spatialisée, comme Carl Menger le précise (1923 : 32n). La note développe que le sens des termes est toujours ancré dans l'expérience cognitive de l'individu, bien qu'il existe pour chacun de ces mots une acception générale qui tend à devenir plus objective (mais plus étroite) en faisant référence à la nécessité de satisfaire des exigences de la nature et des besoins fondamentaux (*Lebensnotwendigkeiten*) qui sont communs à tous les hommes. Dans cet usage courant, parfois repris dans la langue scientifique, les concepts subissent un glissement qui repose tout simplement sur le constat d'une expérience commune universelle.

Contrairement aux apparences, *Bedarf* ou *Bedürfnisse* ne décrivent alors plus la même entité dans le vocabulaire scientifique : les *Bedürfnisse* décrivent la quantité de biens qui sert à satisfaire les besoins individuels d'un individu en particulier, alors que le *Bedarf* correspond déjà à une abstraction, une généralisation de cette entité psychologique sur un plan cognitif. L'assimilation du chapitre trois de 1923 gomme cette originalité.

Les figures de l'utilité et la valeur d'usage

La dualité de la relation que développe Carl Menger entre biens et désirs d'une part, biens et besoins d'une autre, fait un large emprunt à la notion de pertinence que Roscher applique aux biens. Deux termes existent dans le texte de Carl Menger pour rendre compte de ce concept : *Nützlichkeit* et *Bedeutung* sont présents dans les deux éditions des *Grundsätze* et employés de la même façon. *Nützlichkeit* signifie « utile » [Menger, Carl, 1871, p. 84 ou la note des pp. 78-80] ; *Bedeutung* veut dire « signification », dans le sens de significatif (Menger, Carl, 1871, pp 15, 92-5 *i.e.* l'explication du tableau triangulaire, 99, 121, 163n). Le raisonnement est toujours cognitif : l'individu est seul juge pour statuer du service concret (*Nützlichkeit*) que rend le bien ou le service, et de sa pertinence (*Bedeutung*) par rapport aux besoins qu'il exprime. Le point de départ du raisonnement de Carl Menger est aussi simple que celui de Jevons : les hommes attribuent une valeur aux biens parce qu'ils en ont besoin.

Karl Menger explique (1923, xi-xii) que « la » nouveauté de la deuxième édition repose sur l'introduction du concept de « relation » [*Verhältnis*]. En pratique, le concept n'est jamais explicité complètement et demeure associé à une réflexion qui est tournée tout entière vers la possibilité de considérer le droit comme un bien susceptible d'entraîner l'existence d'un besoin. Plus généralement, la question n'est rien moins que de savoir si l'on peut ressentir un besoin pour des choses immatérielles. Menger explique alors que toute forme juridique qui permet de protéger un droit peut être associée à un besoin, et il cite comme premier de ces cas la protection de la propriété privée. Il expose que les relations sont une forme de garantie de revenu au même titre que les dotations initiales ou la force de travail : ainsi du monopole, des droits de publication, d'édition, des droits d'auteur, des patentes. Ces relations reposent toutes sur un statut juridique qui, potentiellement, permet de justifier l'existence d'un revenu à partir de l'existence d'un droit. Le développement se trouve au

chapitre deux (1923 : 14-16), consacré à la théorie des biens. L'économiste y trouve une extension de la notion d'utilité définie comme *Nützlichkeit* à toutes les sortes de biens, matériels et immatériels. Carl Menger tend toujours vers la même conclusion mais ne la formule pas explicitement : peu importe de considérer que ces « relations » puissent être assimilées à des biens au sens matériel alors qu'elles ne représentent que des potentialités de gain, l'essentiel est qu'il soit possible de les associer à une utilité dans une perspective plus générale (cette seconde demeure peu précise). La première partie de la proposition est explicite dans le texte (pp. 14-5), mais la seconde demeure très floue alors même que Menger établit ce raisonnement en termes de satisfaction de besoins subjectifs (16). Dans ce raisonnement, il est clair en tout cas que Carl Menger raisonne en fonction du concept d'utilité associé à la *Nützlichkeit*, et ces quelques pages de la deuxième édition renforcent une position déjà claire en 1871 : les deux concepts d'utilité *Nützlichkeit* et *Bedeutung* sont tout aussi abstraits que concrets l'un que l'autre, et il ne peut être envisagé de les distinguer à partir de ce clivage.

Il est significatif que le terme *Bedeutung* soit introduit de façon anodine. Carl Menger l'utilise dans un premier temps pour marquer la pertinence (*i.e.* l'adéquation temporelle ou spatiale) entre des besoins et des biens. Elle évolue progressivement dans le texte pour s'assimiler à la notion d'utilité : dès lors que Carl Menger fait référence aux notions qui découlent d'un raisonnement cognitif individuel, il n'utilise plus que *Bedeutung*. En pratique, dans la première partie de l'ouvrage qui traite des besoins au sens le plus concret, Menger n'emploie que *Nützlichkeit* et réserve le terme *Bedeutung* au raisonnement abstrait. Mais cette idée d'abstraction est trop floue. La partie de commentaire sur le tableau triangulaire (Menger, 1871, p 93) permet de mettre en évidence que Menger utilise le terme en référence au contexte cognitif qui le précède. Il est donc possible de faire la jonction entre la locution « *die erkannte Nützlichkeit* » (*ibid.* 84 ; à condition de penser que celui qui *erkennt* [connaît] est l'individu) et la *Bedeutung*. Il paraît donc cohérent de séparer la reconstruction du raisonnement cognitif de l'individu en deux composantes, apportant toutes deux leur part de subjectivité à l'analyse économique : tant que l'individu fonctionne dans le contexte du processus individuel de choix où la notion d'utilité est directement reliée à l'utilisation d'un bien précis, presque sous une forme physique, Menger utilise⁵⁷ *Nützlichkeit*. Dès qu'il fait référence au processus cognitif dans son ensemble, dont le résultat est de statuer sur une utilité, il emploie le terme *Bedeutung*. Sur ces points fondamentaux de la construction théorique de la valeur utilité, les deux éditions ne varient pas.

En exprimant au chapitre trois de l'édition de 1871 la mesure originelle de la valeur des biens, Menger sépare ses arguments en deux sections, le moment subjectif de l'évaluation et le moment objectif. Ce qu'il appelle moment objectif se révèle dépendre de la quantité disponible des biens dans l'économie au moment de statuer de leur économicité et, donc, la valeur n'est objective que dans la mesure où l'interaction des individus entre eux nécessite de partager des ressources "économiques" (1871 : 98, 99n). L'économicité se définit toujours subjectivement, à partir de la *Bedeutung*. Certes, Menger ne dit volontairement rien de précis sur une objectivité qui transcenderait au niveau du groupe ou de la société l'appréciation individuelle de l'économicité des biens. L'aspect collectif était une référence

⁵⁷ Par exemple le commentaire des citations de Turgot et Condillac au début de la longue note qui court des pages 108 à 113 du chapitre trois sur la valeur, 1871 : 108n, p. 108.

implicite de Jevons pour expliquer le raisonnement individuel, elle n'est jamais présente dans l'analyse de Menger qui se limite en 1871⁵⁸ à décrire la démarche individuelle du choix. Ce n'est pas que l'objectivité de l'aspect social dépasse (ex post) le niveau strictement subjectif, c'est le niveau subjectif qui prime logiquement dans la confrontation des différentes appréciations de l'économicité du bien. Il n'est donc pas surprenant que l'aspect objectif, dans la terminologie de Menger, paraisse une sorte de conséquence de la partie subjective. Dans les *Grundsätze*, Menger explique⁵⁹ qu'il est impossible de faire référence à une valeur « vraie », « correcte » ou « objective » (1871 : 98, 99n) car il est impossible de ne pas faire référence aux composantes psychologiques qui caractérisent la valeur d'usage.

L'argument de Carl Menger repose sur le caractère cognitif de l'appréciation des besoins par chaque individu, ce qui est compatible avec une présentation en termes de groupes sociaux. Les deux termes doivent déjà être séparés de la possibilité d'abstraction que procure la définition d'un homme « moyen » (« *mittlerer Mensch* »⁶⁰) doté de « besoins moyens » (« *Durschnittsbedarf* » *ibid.*), tel que pourrait le concevoir l'analyse des régularités statistiques de comportement. Mais la préoccupation immédiate de Carl Menger veut le démarquer de toute velléité d'homogénéisation des individus qui composent les groupes, laquelle déboucherait sur une exposition de la valeur à travers l'analyse de quantités en gommant les processus de choix rationnels. Chacun des commentaires de la longue note du chapitre trois sur la théorie de la valeur (édition de 1871) éloigne Menger de ses prédécesseurs : la valeur de référence est la valeur d'usage de l'individu. La seconde édition grossit encore le trait dans cette direction par rapport à la version de 1871 (*sic* Karl Menger 1923, xv) : Carl Menger aurait projeté d'y introduire une indication sur l'aspect social de la relation entre valeur et prix. Sur le texte d'un des manuscrits, à l'endroit où est développée l'analyse de la mesure subjective de la valeur, Carl Menger a écrit que la représentation sociale du prix provient de la valeur. Les biens économiques représentent pour tout un chacun ou bien une valeur d'échange ou bien une valeur d'usage, ce qui permet fondamentalement de rattacher l'analyse des prix à la subjectivité des processus d'évaluation.

La microéconomie de Carl Menger comprend un aspect interindividuel qui vient compléter à deux niveaux la dimension strictement individuelle de la démarche : la notion de valeur (d'usage) est logiquement antérieure (Alter, 1990b : 188) à toute notion d'utilité par l'intermédiaire du besoin individuel, et les prix ne sont que la résultante, datée et spatialisée, *ex post*, de la confrontation des utilités individuelles au cours de l'échange. Dans les *Grundsätze*, le monopole bilatéral (1871, chap 5, I) sert à illustrer les mécanismes de formation des prix, sous la forme de deux individus qui concluent un échange isolé. Ce raisonnement suffit pour que Menger développe ses arguments sur la notion de valeur, et marque dans le même temps que le processus de négociation est situé en aval des raisonnements individuels conduits par chacun des individus au moment de contracter, et que le prix lui-même n'est que la résultante de cette rencontre entre deux raisonnements qui prennent leur source dans l'analyse subjective des besoins.

⁵⁸ Sur ces points le texte de 1923 est plus flou.

⁵⁹ Cet enchaînement logique pose donc un problème pour apprécier les racines philosophiques et philologiques de l'« essence » de la valeur chez Menger.

⁶⁰ Toujours dans le texte de la note précitée, 1871 : 108n, p 110, dans le commentaire de Friedlander.

Le marginalisme appliqué aux valeurs d'usage

La notion de valeur n'est pas figée dans le temps, elle évolue constamment en fonction de l'évolution des besoins individuels. Carl Menger illustre son raisonnement sur l'utilité marginale dans le fameux tableau triangulaire qui constitue le cœur du développement subjectif dans le chapitre sur la théorie de la valeur des *Grundsätze* (1871 : 93 ; 1923 : 123) : l'explication des spécificités pour chaque individu de l'utilité (*Bedeutung*) dans la satisfaction d'un besoin⁶¹. Les nombres à l'intérieur du tableau représentent les utilités (*Bedeutung[en]*) sous la forme particulière de la satisfaction des besoins qui se trouve associée à la valeur d'usage de l'unité marginale de bien considéré [*eine Scala der Bedeutung der verschiedenen Bedürfnissbefriedigungen* ; 1871 : 92].

Force est alors de constater (Klausinger 1992 : 322 et 324n) que la traduction américaine, rendant compte de ce concept simplement par le terme *satisfaction*, commet une omission assez gênante pour l'interprétation de l'auteur. Si le tableau est expliqué à partir des utilités *Nützlichkeit*, alors il devient difficile d'expliquer la relation entre besoins et valeur parce que le raisonnement cognitif est évacué. La note du traducteur⁶² qui se permet un commentaire du tableau révèle ce contresens dès la première phrase : les valeurs du tableau ne sont pas des symboles désignant les différents biens (sic 1976a : 126n), mais les satisfactions qui correspondent aux besoins marginaux de l'individu. L'analyse à la marge conduite par Carl Menger va rechercher la précision jusqu'à associer le calcul marginal aux besoins, et non aux satisfactions ou aux désirs (quantités désirées) comme Stigler le développe par exemple (1937 : 239).

La démonstration de Menger est particulièrement importante pour l'analyse du subjectivisme. Rien de ce qui est exprimé dans la quantification de l'utilité ne peut permettre de distinguer entre les niveaux de besoin. La démonstration est encore plus importante pour marquer l'originalité de Menger par rapport aux autres fondateurs de la micro-économie : ce n'est pas le principe d'utilité qui permet de comprendre le comportement humain sur le plan économique, mais le principe d'utilité *marginale*. La satisfaction des besoins n'est pas basée sur la possession objective d'un bien, mais sur l'adéquation subjective et fonctionnelle entre un besoin (*Bedürfnisregung*) et la quantité marginale de ce bien. C'est sur ce point qu'il est possible de rattacher la démarche de Menger à un fondement psychologique, prenant sa source dans la hiérarchie subjective entre les besoins. L'utilité marginale est indissolublement attachée à un processus de choix

⁶¹ Menger, 1871, p 88, le titre exact est : « Verschiedenheit der Grösse der Bedeutung der einzelnen Bedürfnissbefriedigungen (subjectives Moment) ». C'est le a) du §2 sur la mesure originelle de la valeur du bien (*i.e.* « Ueber das ursprünglichste Mass des Güterwerthes »). Dans l'annonce du plan de cette section, Menger détaille l'explication par la question suivante : « In wiefern die Befriedigung verschiedener concreter Bedürfnisse für die Menschen eine verschiedene Bedeutung hat ? (subjectives Moment). » Le tableau triangulaire est à la page 93 et le détail de la relation entre ce type de satisfaction et le concept de *Bedeutung* aux pages 88-9.

⁶² Rien de tel n'existe dans la première édition de 1871, ni dans la seconde édition de 1923. L'explication du tableau est identique dans les deux éditions. Le texte de la note des traducteurs fait une référence explicite à une interprétation cardinaliste de l'utilité chez Menger, très proche des développements de Georgescu-Roegen [1968], poussant le contresens jusqu'à rendre additionnables et comparables les satisfactions associées aux besoins marginaux décrits en réalité dans le tableau triangulaire. La lecture de la note de la page 99 de l'édition de 1871 rend le contresens difficile à comprendre.

et d'évaluation, indépendant de toute analyse (individuelle) de l'utilité totale. Le calcul marginal s'applique aux besoins marginaux, parce que le concept d'utilité pertinent est celui de *Bedeutung*.

tableau 1 : Satisfaction des besoins chez Menger

<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	Bedürfnisse		<i>VI</i>	<i>i.e.</i>	Besoins		concrets
			<i>IV</i>	<i>V</i>		<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
8	7	6	5	4	3	2	1	0	
7	6	5	4	3	2	1	0		
6	5	4	3	2	1	0			
5	4	3	2	1	0				
4	3	2	1	0					
3	2	1	0						
2	1	0							
1	0								
0									

Source : Carl Menger, 1871, *Grundsätze*, p. 93.

Menger insiste : l'individu qui serait doté d'une carte des utilités marginales comme celle du tableau triangulaire se trouverait dans une situation où la seule possibilité de choix proviendrait de la nouveauté du bien supplémentaire parce que le besoin satisfait est différent. La situation individuelle revient donc à privilégier la satisfaction d'un besoin supplémentaire⁶³ au moment de choisir sur la diagonale des iso-utilités marginales. En passant, Menger a démontré à sa manière que le sujet économique rationnel s'efforce d'égaliser tous les niveaux de satisfaction de façon à maximiser la satisfaction totale de ses besoins, où l'on retrouve la substance de la seconde loi de Gossen⁶⁴.

Conclusion.

L'*homo oeconomicus* de Carl Menger n'est ni un illuminé, ni un être passif qui s'adapte aux contraintes de son environnement. Il ne peut être décrit par des fonctions statiques où les préférences sont prédéfinies. Cet individu est ignorant du monde qui l'entoure, mais il détient une capacité à comprendre ce qui le concerne pour être efficace dans ses décisions (*purpusefulness*). Un des thèmes principaux des *Grundsätze* renvoie toute prise de décision à un processus d'acquisition d'information, ou à sa transformation en connaissance (Peart, 1998 : 312-3). A tout instant des *Grundsätze*, le lecteur retrouve l'importance de la variable temps et la gestion de l'incertitude qui lui est associée. C'est un

⁶³ C'est évident par l'absurde, puisque sinon les utilités marginales anticipées seraient différentes.

⁶⁴ La loi d'égalisation des utilités marginales est exposée in Menger 1871 : 98n. C'est une note de bas de page qui renvoie au paragraphe où Menger expose le processus de satisfaction des besoins marginaux. L'idée fondamentale de ce processus est résumée deux paragraphes plus loin dans le texte (le paragraphe est en gras).

thème récurrent dans l'école Autrichienne, qui prend sa source dans le concept d'utilité développé dans les deux éditions des *Grundsätze*. Rétrospectivement, cette réflexion permet de mettre en évidence l'autonomie de la réflexion économique du fondateur de l'école autrichienne sur le subjectivisme, alors que souvent il est transformé en un simple appendice de sa méthodologie. Le décalage cognitif entre *Nützlichkeit* et *Bedeutung* permet de prendre en compte le processus d'acquisition et de croissance de la connaissance individuelle qui se traduit par une évolution des préférences individuelles. Dans cette mesure, la dé-homogénéisation de Menger vis-à-vis de Walras et Jevons est toujours d'actualité (Fontaine 1998 : 337-8), mais ce même exercice de démarcation est également nécessaire face à d'autres Autrichiens comme Kirzner (1995, ou 1979).

La comparaison entre les deux éditions des *Grundsätze* est à peine entamée avec ce thème de l'utilité. Ce travail permet de constater que sur les fondements de l'utilité eux-mêmes, les deux éditions ne divergent pas vraiment. En fait, cela semble constituer un noyau dur, à partir desquelles vont diverger des interprétations qui utiliseront des aspects distincts de la notion d'utilité. Ainsi, la seconde édition va-t-elle privilégier une interprétation « moins cognitive » de la notion de besoin, où les processus qui permettent de décrire l'individu peuvent être uniformisés à travers l'usage de la notion de « relation » [*Verhältnis(-se)*] entre deux biens ou services disponibles. Ne pouvant disposer d'informations suffisantes pour trancher la question de la paternité des idées qui figurent dans le texte publié en 1923, force est de revenir aux concepts fondamentaux qui jalonnent à l'identique les deux éditions. Le processus individuel de décision est la clé unique de décodage dont dispose aujourd'hui l'économiste face au(x) texte(s) de Carl Menger. La notion d'utilité, sous les deux termes de *Nützlichkeit* et de *Bedeutung*, demeure incontournable.

Alors que la théorie autrichienne est caractérisée comme une théorie psychologique (e.g. Pribram 1983), il est alors possible de préciser cette dépendance et de la nuancer. Les textes des deux éditions concordent sur ce point : Menger n'a pas fait œuvre de psychologue pour décrire les comportements individuels, et son analyse ressort comme une mise en évidence des étapes logiques du raisonnement individuel. Il s'est comporté comme un logicien (Pirou 1937, 3) mettant en évidence des fondamentaux du processus individuel de décision, cherchant la logique commune qui sous-tend chaque situation individuelle. Le terme utilisé par Pirou est toutefois fort ambigu, car il renvoie en réalité à l'interprétation de la filiation philosophique dans laquelle Menger peut être situé. Ce débat est compliqué, car il impose de démarquer jusqu'à quel point Menger s'exprime avec le vocabulaire de la philosophie aristotélicienne parce qu'il ne sait pas s'en abstraire pour présenter un discours scientifique ou, au contraire, parce qu'il adhère à cette philosophie et s'inscrit dans ses développements. L'analyse développée dans cette contribution permet de sortir de ce piège, car l'examen des détails de son raisonnement économique révèle une épistémologie qui singularise Menger. Le raisonnement tenu dans les deux versions du texte des *Grundsätze* fait de l'analyse économique une connaissance théorique, qui procède d'une méthodologie de la recherche expérimentale appliquée à l'analyse économique. En ce sens, les travaux de Menger ne s'inscrivent pas dans la logique des sciences « pratiques » qui marque l'épistémologie aristotélicienne. Il semble difficile de faire endosser à Carl Menger, comme économiste ou comme épistémologue, l'ensemble des positions qui marquent cette école philosophique (cf. Crespo 2003). Bien au contraire. D'autres investigations dans le champ de l'épistémologie présentent même la possibilité de liaisons

précises entre les réflexions de Carl Menger et de Karl Popper autour des sciences sociales (cf. Milford 1989 ; Schmidt et Versailles 1999 ou 2000).

L'analyse économique de Menger fait référence à des mécanismes empruntés à la psychologie cognitive. La prise en compte du temps, de l'ignorance et de l'incertitude pour les notions de *Bedarf* et de *Bedürfnisse*, de *Nützlichkeit* ou de *Bedeutung*, permet de souligner combien le subjectivisme de Menger comporte une densité économique importante. Si l'on impute à Karl Menger la responsabilité totale du texte de la seconde édition des *Grundsätze*, le fils semble avoir affadi une partie du message de son père relatif au subjectivisme économique, mais le noyau dur demeure. Que les *Grundsätze* trouvent leur origine dans une forme d'introspection ou que la théorie soit présentée comme une théorie psychologique importe peu alors : les *Grundsätze* portent la marque d'une théorie cognitive de la procédure de décision individuelle.

Bibliographie

- Alter, Max, 1990a, « What do we know about Menger ? », in Caldwell, Bruce J., ed, 1990, *Carl Menger and his legacy in economics*, annual supplement to volume 22 of *History of Political Economy*, Durham, Duke University Press, pp. 349-58.
- Alter, Max, 1990b, *Carl Menger and the origins of the Austrian School of economics*, Boulder, San Francisco, Oxford : Westview Press.
- Bloch, Henri Simon, 1937, *La théorie des besoins de Carl Menger*, Préface de Gaëtan Pirou, Paris : Librairie Générale de Droit et de Jurisprudence.
- Crespo, Ricardo F., 2003, "Three arguments against Menger's suggested Aristotelianism", *Journal des économistes et des études humaines*, volume 13 numéro 1 (mars), pp 63-84
- Cubeddu, Raimondo, 1985, « Fonti filosofiche delle *Untersuchungen über die Methode der Sozialwissenschaften* di Carl Menger », in *Quaderni di storia dell' economia politica*, volume III, numéro 3, pp 73-158.
- Cubeddu, Raimondo, 1993, *The philosophy of the Austrian school*, London: Routledge
- Fontaine, Philippe, 1998, « Menger, Jevons, and Walras un-homogenized, de-homogenized and homogenized : a comment on Peart », *The American Journal of Economics and Sociology*, volume 57 numéro 3, juillet, pp. 333-40.
- Georgescu-Roegen, Nicolas, 1968, « Utility », *International Encyclopedia of the Social Sciences*, volume 16, pp. 236-67, London : Macmillan and co.
- Kirzner, Israel M., 1979, « The entrepreneurial role in Menger's system », in Kirzner, Israël M. 1979, *Perception, opportunity and profit*, Chicago : University of Chicago Press, chapitre 4 pp 53-75.
- Kirzner, Israel M., 1995, « The subjectivism of Austrian economics », chapitre 1 pp. 11-22 in Meijer, Gerrit, ed, 1995, *New perspectives on Austrian economics*, London : Routledge.
- Klausinger, Hansjörg, 1992, « Difficulties in reading Menger : A comment on Alter », *European Journal of Political Economy*, volume 8, pp. 321-9
- Menger, Carl, 1867, *Theoretisches Repertorium*, tiré des *Carl Menger Papers*, Duke University, box 4
- Menger, Carl, 1867-8, *Geflügelte Worte*, tiré des *Carl Menger Papers*, Duke University, box 2

- Menger, Carl, 1871, *Grundsätze der Volkswirtschaftslehre*, Wien, Wilhelm Braumüller, 1871 ; réimpression (photo) Tübingen, JCB Mohr (Paul Siebeck), 1968 (in-8, 285 p).
- Menger, Carl, 1883, *Untersuchungen über die Methode der Sozialwissenschaften und der politischen Ökonomie insbesondere*, Leipzig : Duncker und Humblot.
- Menger, Carl, 1905(?), *Principii fondamentali di economia*, traduction italienne de Menger-1871, traducteurs non précisés, Imola : Cooperativa Tipografica Editrice Paolo Galeati.
- Menger, Carl, 1909, *Principii fondamentali di economia*, traduction italienne de Menger-1871, traduit par Gavino Alivia et Broglio d'Ajano, sous la direction de Maffeo Pantaleoni, publié comme supplément au *Giornale degli Economisti*, (Pavia), 1906 et 1907, repris sous forme d'un volume unique en 1909 avec une préface de Maffeo Pantaleoni, Imola : ??.
- Menger, Carl, 1923, *Grundsätze der Volkswirtschaftslehre*, sous la direction de Karl Menger, avec un avant-propos de Richard Schüller, Wien : Hölder-Pichler-Tempsky AG (in-8, 335 p).
- Menger, Carl, 1925 (mars), *Principii fondamentali di economia politica*, traduction italienne de Menger-1923, traduit par Romolo Broglio d'Ajano et Nanni Bonelli, sous la direction et avec une préface de Maffeo Pantaleoni, Bari : Giuseppe Laterza et Figli, Tipografi-Editori-Librai.
- Menger, Carl, 1963, *Investigations into the method of the social sciences, with special reference to economics*, traduction américaine de Menger-1883, par Francis J. Nock, sous la direction de Louis Schneider, New York : New York Univ. Press.
- Menger, Carl, 1976a, *Principles of economics*, traduction en anglais de Menger-1871 par James Dingwall et Bert F. Hoselitz, avec une introduction de Friedrich A. Hayek, Institute for Humane Studies, reprint 1994, New York, Libertarian Press.
- Menger, Carl, 1976b, *Principi di economia politica*, traduction sous la direction de Elena Franco Nani, avec une introduction de Giampiero Franco, de Menger-1923, avec un avant propos de Richard Schüller et une introduction de Karl Menger, première édition 1976, Torino : UTET.
- Menger, Carl, 1996, *Sul metodo delle scienze sociale*, Macerata : LiberiLibri, nouvelle traduction italienne par Flavia Monceri, sous la direction de Raimondo Cubeddu.
- Menger, Carl, 1997, *Principii di economia politica*, nouvelle traduction italienne de Menger 1871 par Flavia Monceri sous la direction de Raimondo Cubeddu, Milano : Società Aperta.
- Menger, Karl, 1923, « Einleitung des Herausgeber », in Menger Carl, 1923, pp. v-xviii.
- Menger, Karl, 1973, « Austrian marginalism and mathematical economics », chap 3 (pp. 38-59) in Hicks John R., and Weber, W., eds ; 1973, *Carl Menger and the Austrian School of economics*, Oxford : Clarendon Press.
- Milford, Karl, 1989, *Zu den Lösungsversuchen des Induktionsproblems und des Abgrenzungsproblems bei Carl Menger*, Wien : Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Veröffentlichung der Kommission für Sozial- und Wirtschaftswissenschaften.
- Milford, Karl, 1990, "Menger's methodology", (pp. 215-239) in Caldwell, Bruce J., ed., 1990, *Carl Menger and his legacy in economics, History of Political Economy, Annual Supplement* to volume 22, Durham and London, Duke University Press.
- Milford, Karl, 1996, « Introduzione », in Menger, Carl, 1996.
- Peart, Sandra, 1998, « Jevons and menger re-homogenized ? Jaffé after 20 years », *The American Journal of Economics and Sociology*, volume 57 numéro 3, juillet, pp. 307-26.
- Pietecky, Cyrille, 1991, *Théorie des jeux contre la nature, Une introduction à l'analyse des décisions économiques en situation d'incertitude*, Université Panthéon Assas, Centre d'études financières et bancaires, miméo, novembre 1991, 172 pages.
- Pirou, Gaétan, 1934, *L'utilité marginale de Carl Menger à John Bates*, Paris : Domat Monchrestien
- Pirou, Gaétan, 1937, « Préface », pp. 5-8 in Bloch 1937.

- Pribram, Karl, 1983, *Les fondements de la pensée économique*, traduction française, Paris : Economica, 1988.
- Rau, Karl Heinrich, 1863, *Grundsätze der Volkswirtschaftslehre*, septième édition, Leipzig et Heidelberg : C. F. Winter
- Roscher, Wilhelm, 1864, *Die Grundlagen der Nationalökonomie*, cinquième édition, Stuttgart : J. G. Gotta.
- Schmidt, Christian et Versailles, David W, 1999, « Une théorie haykienne de la connaissance économique ? », *Revue d'économie politique*, volume 109 numéro 6, novembre - décembre, pp 817-832
- Schmidt, Christian et Versailles, David W, 2000, « Friedrich Hayek vs Karl Popper : éléments pour un débat sur la connaissance économique », *Revue de philosophie économique*, 2000 / numéro 2, pp 111-139.
- Stigler, George J., 1937, « The economics of Carl Menger », *Journal of Political Economy*, volume 45 numéro 2, pp. 229-50.
- Versailles, David W, 1999, « Individualisme, évolution et auto-organisation chez Hayek », *Cahiers d'économie politique*, volume 35, pp 63-89
- Yagi, Kiichiro, 1993, « Carl Menger's *Grundsätze* in the making », *History of Political Economy*, volume 25 numéro 4, pp. 697-724

**F. *Economica*, 2008 (sous presse),
Recension d'Arena et Festré (eds;) (2006)**

Référence :

- VERSAILLES, David W, 2008, « Knowledge, beliefs and economics », **sous presse**, à paraître dans *Economica*, recension de l'ouvrage dirigé par Richard ARENA and Agnès FESTRÉ, *Knowledge, beliefs and economics*, London : Edward Elgar, (octobre 2006).

RÉSUMÉ : Cet ouvrage analyse la référence à la notion de croyance en économie, un concept qui semble représenter un des fondements de la microéconomie et de la recherche sur la coordination des agents. Les contributeurs au volume tentent de faire du concept de croyance une passerelle entre rationalité et connaissance individuelles. Ils cherchent une forme de cohérence entre croyances collectives et individuelles. Les auteurs associent (presque) tous à la psychologie individuelle le pouvoir explicatif de l'individualisme et du subjectivisme, ce qui en fait une forme de réductionnisme. En même temps, ils font le plus souvent l'hypothèse que les croyances déterminent de façon causale les comportements individuels sans expliciter l'étape logique de la confrontation des processus de décision à la réalité empirique. Dans ce volume, la référence au contenu psychologique de la notion de croyance n'en fait pas un principe explicatif de portée générale pour l'économiste, mais le limite au niveau descriptif de l'action individuelle singulière. Quelques contributions ouvrent toutefois la route pour des prises en compte du concept qui ne dépendent pas du psychologisme et échappent aux critiques adressées usuellement à l'« économie psychologique ».

ABSTRACT: This book surveys current research paths and references to beliefs in economics, a concept which grounds the microeconomic foundations of coordination issues. The various contributors investigate the concept of belief and try to make it more precise on the basis of a bridge with individual rationality and knowledge. They seek for a consistency between individual and collective beliefs. My concern is twofold. The authors mainly associate the explanatory status of individualism and subjectivism to individual behavior and psychology (reductionism); at the same time, they make the assumption that beliefs can causally determine individual behaviors without considering the logical step of decision-making (a concrete confrontation to reality). In this volume, the reference to the psychological content of the notion of belief does not transform it into an explicatory principle for economics, but leaves it rather at the level of a disputable descriptive stance of individuals. Few contributions to the volume pave the way for an understanding of the concept which do not rely on psychologism and escape the traditional criticisms addressed against "psychological economics".

KEYWORDS: Belief, knowledge, psychology, psychologism, rationality, individualism.

Knowledge, Beliefs and Economics, edited by Richard Arena and Agnès Festre.
Edward Elgar, Cheltenham. 2006. x + 278 pp. £65.

This book surveys the reference to beliefs in various fields of economic analysis. As the editors stress from the earliest part of the introduction, beliefs now play an important role in the development of the microeconomic foundations of coordination issues as investigated by decision theory, price theory, finance, game theory, information theory, organization theory and the economics of the mind. At the same time, the concept itself has faded away and now lacks conceptual precision. The contributors to the book investigate the role of beliefs in various areas from the perspective of explicit or indirect inquiries into the economic concept of rationality, and most of them elaborate on the agents' heterogeneity in reference to the content of individual knowledge.

As mentioned in the title of the project, knowledge remains the conceptual link enabling the introduction of some progress into the economic analysis of beliefs. Individuals elaborate their decisions and actions to economic real-life problems according to their beliefs, which are founded on their apprehension of the results of previous interactions (in a dynamic and evolutionary-based framework).

The conclusion of the volume does not refer to such research tracks, as the editors and contributors neither pretend to solve any theoretical dispute nor merge into a single research programme. The book is structured in five sections: (i) historic references to Marshallians (Loasby), Austrians (Arena and Festré) and Walrasians (Guesnerie); (ii) equilibrium notions (Walliser) and players' beliefs (Schmidt) as examined by game theory; (iii) utility issues in rationality (Boudon) and dynamics (Tallon and Vergnaud) in decision theory; (iv) cognitive aspects associated with social beliefs and conventions (Orléan) and with individual learning (Novarese and Rizzello); and (v) communities and self-organization (Ngo-Mai and Raybaut) and the insight of communities on communities (Cohendet and Diani).

Arena and Festré are very well aware of the ambiguity arising from the aggregation of these diverging contributions. In the introduction they list the main concepts used by the authors, explaining that the contributions refer to modern cognitive theory and the analysis of learning processes (knowledge-based economics or economics of the mind) in order to break the assumption of homogeneity of economic agents. Even though the status and the definition of knowledge on the one hand and the content of learning processes on the other do not converge to methodological and analytical paths, the main important justification to the volume relies on the common reference to knowledge in order to explain the building of beliefs. This book opens up controversies and might well constitute a judicious step towards understanding major debates inside the discipline.

In one way or another, all contributions refer to the theoretical consistency of responses between the individual and collective levels. First, they bridge (individual) economic rationality and the reference to individual beliefs. Second, they inquire into the alignment of beliefs between individuals sharing the same information set. And third, they assess the consistency between the individual and the collective dimensions of beliefs. Each of these points brings to the debate a different appreciation of the economic agents' heterogeneity. All induce different positions about knowledge, rationality and learning processes; and all

refer globally to very ancient debates on the elaboration of knowledge in both epistemology and social sciences methodology.

My concern is with the psychological reference associated with the explanatory status of individualism and subjectivism. Even today, it is commonplace to confuse one's argument in favour of an individual decision with the actual process of making a decision (Boland 2003, p. 40). The placing of individual beliefs on the research agenda should conform to the rules of methodological consistency, which not all the contributions to this volume manage to do. The concept of knowledge at some times follows a psychological and reductive research programme, and at other times considers institutions as embodied social knowledge. For instance, Guesnerie and Walliser refer to 'eductive' justifications of the process towards equilibrium, basing their reference on the reasoning of autonomous actors endowed with an extremely strong rationality. They contrast 'eduction' with evolutionary mechanisms in which the equilibrium results from the convergence of learning processes by players with bounded rationality. Here beliefs remain of major importance, but the authors hardly aggregate individual appreciations in order to introduce social results (equilibria) without implicit rationality assumptions playing an important role in the deductions (Walliser's conclusion).

It is important to bear in mind that the psychological-individualist confrontation of the knowledge issue with the social or institutional stance often results in a problematic infinite regress in the long run, or in the classic 'chicken and egg' dilemma in the short run. There is no methodological problem when considering individualistic or holistic entities *per se*, and therefore beliefs may be apprehended under both options (as seen in the case of Ngo-Mai and Raybaut's contribution). The economists working out the concept of belief should actually remember the point made at the time of the debates between Hayek and Keynes—that aggregates can never act causally upon other aggregates: only individuals can act causally upon other individuals. As a matter of consequence, beliefs can never act causally upon other beliefs, nor can beliefs act causally upon individuals. It is therefore difficult to accept the assumption that the behaviour of a given individual may be *causally* determined by the fact that she adhered to some belief. What should be shown is that a given behaviour is causally determined by previous experience and decisions processes, which in turn rely on a cognitive and knowledge-based computation, including the reference to beliefs.

A second problem is that of methodological aspects. Most authors presume the concept of belief to be effective in solving the problems as real-life agents perceive them. The view that rationality is a psychological process remains a relic of the late eighteenth century. The spontaneous reference to psychology may well not be the 'cognitive turning point' championed by Orléan in order to press for a renewed dialogue between economics and the other social sciences. Insisting on the role of contexts, on the autonomy of social beliefs or on situated rationality or cognitive processes does not systematically mean that economic explanations necessarily depend on psychology or reduce to it (in the technical sense), or that the nomological status of economic laws is inherited (even partially) from psychology. If the reference to beliefs and to psychological interpretations seeks to be more than semantic, empirical psychology will demand some inquiry related to the three issues bridging the individual and collective levels mentioned above.

The response most often met in this volume (which is also technically the simplest one) retains a reductive psychologism, and substitutes heuristic and binding cognitive constraints for rationality assumptions. In this perspective, it is not certain whether the concept of belief will provide economic theory with any further explanatory relevance against which the comments and conclusions addressed to psychological economics in Earl (1988) might not easily be transposed. Most of the contributions in this book incorporate a detailed cognitive analysis, breaking away from the interpretation of rationality as a mechanical computation and enriching economics with the results of cognitive sciences. Boudon relevantly explains that the general influence of the expected utility model is clearly associated with assumptions of the individual's egoism and with a form of cognitive consequentialism—which might both be abandoned in favour of a 'cognitive rationality' model (his section 8.5). Boudon's concluding chapter advocates a treatment of the properties of rationality as endogenous variables. The crucial point does not relate to the issue of the coherence or incoherence of choices according to any exogenous norm introduced by the scientist. Yet, even though the reference to individual knowledge-based processes and real-time decision-making applies, not all the contributions to the volume adhere to this stance. Further theoretical developments will therefore have to develop the subjectivist and cognitive references and cut off psychologism. As a matter of fact, instances of this perspective do exist in Carl Menger's *Grundsätze* (barely mentioned in the historic references) and in Boland's (2003) explanation of the maximization principle in microeconomics.

It is interesting to point out two papers of the volume which clearly pave the way to this research direction. Novarese and Rizzello raise issues concerning experimental economics and tackle the decisions of individuals facing organizational problems where routines cannot apply. Cohendet and Diani investigate the cognitive links and learning processes behind community-based dynamics, by associating the examination of beliefs with the inquiry into interaction and communication between communities; their outcome deals with the elaboration of corporate culture patterns. In these two contributions the developments refer to direct interactions between economic agents, and open up space to the notion of a collective dynamics that cannot be reduced to the simple sum of individual actions.

References:

Boland, L. A. (2003). *The Foundations of Economic Method*, 2nd edn. London: Routledge.

Earl, P. E. (ed.) (1988). *Psychological Economics*. Boston: Kluwer.

3. Articles du thème 2: Information, connaissance, compétences et économie de la Défense

Articles cités

- MÉRINDOL, Valérie, et David W VERSAILLES, 2007, « Towards a reinterpretation of ICTs' impact on command and control », *Defence studies [the Journal of the joint service command and staff college]*, vol 7 n°2 (juin), pp. 239-257.
- David W. VERSAILLES, 2008, « Sharing awareness and problem solving: introducing the concepts of embodied knowledge, epistemic and pragmatic action », communication to the tracks 2 (Network and networking) and 4 (Cognitive issues) of the 13th ICCRTS conference, organized by the Command and control research program, US Department of Defense, Bellevue (Seattle), WA, USA, June, *mimeo* – disponible dans les actes de la conférence.

A. Defense Studies 2007: "Towards a reinterpretation of ICTs' impact on C2", co-auteur Valérie Mérindol

Référence

- MÉRINDOL, Valérie, et David W VERSAILLES, 2007, « Towards a reinterpretation of ICTs' impact on command and control », *Defence studies [the Journal of the joint service command and staff college]*, vol 7 n°2 (juin), pp. 239-257.

RÉSUMÉ: L'introduction des nouvelles technologies de l'information entraîne des impacts sur l'organisation des activités dans la chaîne de commandement et de contrôle et, en particulier, sur les nouvelles modalités de délégation de responsabilité. L'analyse de la logique de subsidiarité demeure très difficile et les généralisations sont malaisées. Cette contribution raisonne sur ces questions à partir de la distinction entre information et connaissance. Deux questions émergent. La première traite des processus de transfert de l'information et de leur diffusion dans la hiérarchie. Cette perspective implique que le caractère prescriptif des tâches soit interprété comme une conséquence directe du management des asymétries d'information. Le second sujet traite des connaissances et des compétences. Les officiers en charge de la chaîne de commandement et de contrôle doivent maîtriser une grande variété d'actions et de représentations pour pouvoir interagir avec toutes les unités opérationnelles sur le terrain. La construction des compétences dépend des expériences individuelles et collectives, en relation avec les actions sur le terrain opérationnel. Le raisonnement se traduit alors par des complémentarités entre les compétences pour atteindre une bonne coordination sur le terrain.

ABSTRACT: The introduction of new ICT-related systems results in diverse impacts and the technologies cannot explain as such the new delegation processes. Analyzing the impact of the information systems on subsidiarity remains therefore highly difficult, and generalizations almost impossible. This contribution elaborates on the issue thanks to the difference between information and knowledge, and it turns out that two main questions arise. This paper analyzes the processes of information transfers and diffusion inside the hierarchy. This perspective implies that the prescriptive character of the tasks orders may be understood as a direct result of the management of the information asymmetries. The second issue deals with knowledge and competences. The officers in charge of C2 have to master a great variety of actions and representations models in order to interact efficiently with all units. The competences construction closely depends on individual and collective experiences related to tactical abilities. The implementation of ICT's in C2 chain deals here with competences asymmetry in order to achieve at the efficiency in the coordination of actions.

KEYWORDS: ICTs, delegation of authority, information, competences, NCW

Introduction

The implementation of the information and communication technologies (ICTs) impacts the distribution of responsibility in the command and control (C2) chain. In some cases the introduction of new technologies may favor centralization; in others, they represent the source of new forms of delegation and decentralization. The various levels of the hierarchy may or many not take better decisions because they gain access to detailed data about the tactical situation. The introduction of a new ICT-related system results in diverse impacts and it turns out that the technologies cannot explain as such the new delegation processes.

Command and control systems have become always more complex for the last twenty years. The distinction between strategic, operational and tactical levels has been widely considered as an accurate way to analyze delegation actions because it grounds the relations in the separation between the politics responsibilities and the military ones. The distinction between each level of the hierarchy has become more complex since the end of the cold war. It varies considerably with the context and the composition of the coalition. It also depends on the rules of engagement which define the degree of coercion allowed by governments. The borderlines between the prerogatives associated to the tactical, operational and strategic levels have now blurred. The speed of information flow and the mediatization of conflict both increase the strategic effects of each decision made at the operational and tactic levels. In this context, there is no such thing as a unique model of C2 anymore but, rather, a global trend singularized as much as military interventions require it be adapted.

How is it possible to understand the impact of the ICTs on subsidiarity in military organization? Subsidiarity implies to strike a balance between the unity of political and military responsibilities on the one hand and the optimization of military operations efficiency on the other one. The distinction between strategic, operational and tactical levels remains essential; but it is not sufficient to understand the principles of delegation and the impacts of the introduction of new ICTs. Analyzing the impact of the information systems on subsidiarity remains therefore highly difficult and generalizations require the recourse to specific concepts. This contribution addresses on the issue in elaborating on the difference between information and knowledge. Information is related to the messages and data flow. Knowledge is embedded to humane processes related to aptitudes, practice and accumulation of experiences. Information flows may modify individual and collective knowledge or not. The production of knowledge depends on learning processes, on individual and collective capacities. The natures of information and knowledge production and diffusion turn out as very different. This communication focuses on information and knowledge management in order to understand the variety of ICTs impacts on subsidiarity. This development incorporates considerations on the nature of military actions (air, land and naval operations), and also on the issue of their various combinations. This article addresses some critics to the NCW perspective of some alleged ICTs impacts on delegation. One deals with the possibility of increasingly generalizing delegation processes inside the C2 thanks to the introduction of new information systems. This contribution will conclude about information and knowledge management. The diffusion of data conditions the interaction between the tactical level and the C2 chain. Cognitive issues have to be

taken into account. The main contribution of this paper lies in the dichotomy between information and knowledge in order to analyze the issue of subsidiarity.

The structure of this contribution reads as follow.

The first part deals with information specifications. The evolution of the access to information induces new ways for the interaction between the tactical levels and the C2 chain. We analyze the processes of information transfers and diffusion inside the hierarchy. The evolution of subsidiarity will be associated to the evolution of information asymmetries between the different hierarchy levels (1.1). This perspective implies that the prescriptive character of the tasks orders may be understood as a direct result of the management of the information asymmetries (1.2).

The second issue deals with knowledge and competences. Understanding the impact of ICTs on subsidiarity turns out as a necessity if one wants to address the problem of asymmetry of knowledge and the construction of competences inside the command chain (2.1). The construction of competences closely depends on individual and collective experience and remains deeply grounded in tactical abilities. Individuals have to fully understand and appraise the current specificities and constraints in association with the execution of action (2.2). Staff officers in charge of C2 decisions have to master a great variety of actions and representations models in order to interact efficiently with all units. Subsidiarity deals here with competences asymmetry and seems at the core of the definition of efficiency.

Delegation, C2 and asymmetries of information

ICTs' Impacts on command and control

The delegation of authority depends on the transfer of and on the access to information inside the structure of the organization. The forms of command and control are related to quality and speed in the distribution / access to information. At any time, the introduction of information systems modifies its distribution and implies new forms of command and control⁶⁵. Military organizations are often reluctant to introduce new information and communication systems because they are aware of the risk of loss of autonomy. For example, in two articles published in *the Army and Navy Journal* in 1908, the hierarchy of the US Army and US Navy underlined the disadvantage of radio in military operations. The risk was analyzed in relation with the excessive centralization of decisions in the chain of command⁶⁶. In this case, the autonomy associated to each level of command and control resulted from difficulties to communicate inside the hierarchy. Less information implies an increasing autonomy at each level in charge of command and control. The same logic holds today. Autonomy creates information asymmetry inside the chain of command and reduces the possibility for the staffs to interfere in tactical actions. Symmetrically, when

⁶⁵ Cummings J.J., *Does network centric warfare equal micro-managerial warfare? Minimizing micromanagement*, Newport: Naval War College, Center of Naval War College, 2003.

⁶⁶ Schroeder, M., *The issue of command and control in network centric systems*, Newport: Naval War College, 2001.

communication remains limited, decision centralization implies a risk of excessive inertia in the conduct of action.

The first lecture of the impact of ICTs on subsidiarity is related to information management. Delegation depends on the constraints affecting information processing and on its diffusion in the organization. ICTs modify the management of information and reduce the asymmetry between the different levels of the hierarchy as regard their access to information. More information provides the possibility to increase the centralization of command and control. Specific levels of the hierarchy may be tempted by the opportunities of directly interfering in the course of action through micromanagement⁶⁷. The 1991 operations in Kosovo exemplify this option. The possibility of exchanging via videoconference and text chat created new opportunities for strategic, operational and tactical levels to interact. History will remember that General Wesley Clark, SACEUR, interfered every day in the planning process and in the conduct of Air operations⁶⁸. His behavior induced tensions with Lt-General Michael Short who was in charge of NATO *Allied force's* Air operations. Targeting mistakes have occurred and some decisions were made too late. Micromanagement seems to represent an inevitable practice in hierarchical structures⁶⁹ because the distribution of authority is conditioned by the distribution of information. The temptation to control more of the subordinates' activities grows. These behaviors are frequent and they show off the organizational culture is characterized by the principle of autonomy of action. For instance, Schoeder (2001) points out that one of the consequences of new ICTs for the organization of the Marines corps tend to introduce new forms of C2 centralization when the Marines are characterized by a sharply different culture⁷⁰.

This situation where ICTs lead to more centralization may be balanced by others where new decisions opportunities have opened a range for increased delegation. ICTs offer new possibilities to access tactical information at each level of the hierarchy⁷¹. For example, the digitization of the battle space affects (real time) the diffusion of the common operational picture (COP) at each level of the hierarchy. Each level may develop better decisions because it now accesses to all relevant data. Decentralization results from new practices and processes inside the organization; it is clearly associated to a better diffusion of information⁷². One who devotes attention to military operations under the specific scope of

⁶⁷ Vego, M., "Operational command and control in the information age", *Joint Force Quarterly*, n°35, National Defense university (2004) : 100-7.

⁶⁸ White, J., *Retrospect of information technology's impact on society and warfare: revolution or dangerous hype?*, Newport: Naval war college, 2002.

Howe, E. J., *Joint military operations: operational leadership in Kosovo*, Newport: Naval war college, 2004

⁶⁹ Godé-Sanchez, C. (2005), « Network Centric Warfare et culture des organisations de Défense : freins et moteurs du changement », chapter 5 in Versailles & Mérindol, eds ; 2005, *Gestion des connaissances et organisations de Défense : une réflexion autour du Network Centric Warfare*, EMAA/CREA, research developed for the French MoD's Délégation aux Affaires Stratégiques, Ministère de la Défense (2005) : 119-62.

⁷⁰ Schroeder, M., *The issue of command and control in network centric systems*, New port: Naval War College, 2001.

⁷¹ Davis, M. "Centralized control/decentralized execution in the era of forward reach", *Joint Force Quarterly*, N°35, National Defense university (2004): 95-99.

⁷² Mérindol, V. « Network Centric Warfare et principe de subsidiarité: quels changements dans la conduite des opérations ? » chapter 3 in Versailles & Mérindol, eds ; 2005, *Gestion des connaissances et*

ICTs understands that issues mainly refer to their impact on subsidiarity. All technologies introduced in the process impact the repartition of the information and the potential of each hierarchy level to process it. New opportunities to centralize or decentralize C2 occur in this framework and the delegation of authority will depends on the ability to assimilate, to stock and to translate data into coherent and useful elements for C2. It depends on the context, on the organizational culture, and on the personality of the officers in charge. The principles of delegation always represent a deliberate choice of organization aiming at maximizing the success of the mission.

The NCW doctrine focuses on the impact of ICTs on the reduction of asymmetry of information and on the possibility to decentralize decisions. According to the doctrine, alternative model of subsidiarity may not improve military action as much as it will/can. The lower the officers are constraints by informational loads, the more efficient they deal with opportunities in military action⁷³. The NCW doctrine implies a direct relation between the new possibilities of information transmission, the decentralization of decisions and *shared awareness*. In order to maximize the efficiency of Defense organizations, the NCW doctrine introduces the concept of *self-synchronization* as a new principle in military interventions⁷⁴. This concept is defined as a specific aptitude of the military able to synchronize their actions thanks to well informed tactical units. Self-synchronization supposes the military to coordinate themselves at the right time for the right action without any specific intervention of the hierarchy. This reference is not easy to deal with. Specifically, the conceptual reference proposed by self-synchronization seems to be inappropriate for Air operations. This NCW doctrine suggests here forms of C2 which turns out to be extremely different from (and somehow inconsistent with) the US Air force doctrine. Davis (2004) considers NCW to be incompatible with the conduct of Air operations⁷⁵. How is it possible to explain this situation? The main reason is related with the fact that the nature of the military missions has not been taken into account. This is the topic to be inquired now in order to assess the impact of ICTs on subsidiarity and to check the advantages associated to the reduction of asymmetry of information.

ICTs' impact on milieu specificity

The levels of autonomy of decisions depend on the nature of military action. The level of prescription remains essential in order to understand the forms of subsidiarity⁷⁶.

organisations de Défense : une réflexion autour du Network Centric Warfare, EMAA/CREA, research developed for the French MoD's Délégation aux Affaires Stratégiques, Ministère de la Défense (2005) : 40-70

⁷³ Lambert, D. and Scholz, J., "A dialectic for Network Centric Warfare", *Proceeding of the 10th International Command and Control Research and Technology Symposium*, Mac Lean, VA, June 2005.

⁷⁴ Hatter, S., *Self synchronization: Splendid promise or dangerous delusion*, Newport: Naval war college, 2000.

⁷⁵ Davis, M., "Centralized control/decentralized execution in the era of forward reach", *Joint Force Quarterly*, N°35, *National Defense university* (2004): 95-99.

⁷⁶ Mérindol, V., « Network Centric Warfare et principe de subsidiarité: quels changements dans la conduite des opérations ? » chapter 3 in Versailles & Mérindol, eds ; 2005, *Gestion des connaissances et organisations de Défense : une réflexion autour du Network Centric Warfare*, EMAA/CREA, research developed for the French MoD's Délégation aux Affaires Stratégiques, Ministère de la Défense (2005) : 40-70.

Prescribing actions supposes that the hierarchy has to detail the principles of each and every mission at the tactical level. Boukhouta & al (2004) point out that military officers act always within prescribed limits⁷⁷. The character of the prescription is visible through rules of engagement and via the transmission of commandment intent. Each level which is part of the command chain acts in accordance with the prerogatives and prescription introduced by the hierarchy. There actually remains some impossibility to delineate and prescribe all aspects of the missions. Paradoxically enough, the NCW doctrine does not say anything about the level of prescription associated to military missions. It is open to any kind of situation, whatever their prescriptive level. The NCW doctrine invokes the possibility of decentralization and spaces of self-synchronization as if it were to always apply spontaneously in an efficient way. The so-called 'uncertainty of war' which echoes the usual aspects of radical uncertainty as it is known in the methodology of the social sciences⁷⁸ does not lead to specific conclusions: the doctrine calls upon ICTs and the decentralization and self synchronization principles as omnipotent solutions suited to conduct military operations in the information age⁷⁹.

In specific cases, the hierarchy defines not only the mission's goals but also the modalities of action. Orders are detailed. Air operations illustrate this situation. The conduct of Air operations implies to codify all known parameters. Air operations are planned 48 hours in advance and programmed for the next 24 hours. A recurring process of execution, programming and planning occurs, where all three staff activities overlap and complement in a continuous production of task orders: the information flow does not stop during the operations⁸⁰. Air tasking orders transmitted to the pilots are very precise. In this context, his autonomy is reduced. Command intent must have been made explicitly precise and detailed. Pilot's initiative deals only with events which cannot be planned. Staff officers exemplify this situation with a mission sharing a bombing action between two planes. The first pilot could fire the target(s) assigned to him without any problem but it was possible for the second one. The distance between both planes was too narrow and the pilot of the second plane has not been able to visualize his target(s) anymore because of the fog induced by the first bombing action. He then decided to deliver his weapons on another target close to the one assigned to him, in paying attention to the prevailing RoEs and to the risk of collateral damages. This case illustrates that some autonomy exists at the level of the pilot, yet it remains strictly limited to some tactical prerogatives.

In specific cases, the hierarchy cannot prescribe detailed tasks in the orders. Orders are related to the mission's goals only. They are limited to generic principles of action because

⁷⁷ Boukhouta, A., Bedrouni, A., Berger, J. Bouak, F. & Guitouni A., "A survey of military planning system", *9th the International Command and control Research and Technology Symposium*, Copenhagen, 14-16 September 2004.

⁷⁸ Versailles D.W., « De la méthode critique en méthodologie », *Journal des économistes et des études humaines*, VIII, 1 (1998) : 155-62.

⁷⁹ Mérindol, V. , « Network Centric Warfare et principe de subsidiarité: quels changements dans la conduite des opérations ? » chapter 3 in Versailles & Mérindol, eds ; 2005, *Gestion des connaissances et organisations de Défense : une réflexion autour du Network Centric Warfare*, EMAA/CREA, research developed for the French MoD's Délégation aux Affaires Stratégiques, Ministère de la Défense (2005) 40-70

⁸⁰ Gomez, R., *Centralized command – decentralized execution: implications of operating in a Network Centric Warfare environment*, Alabama: Air War College, 2003.

the hierarchy does not want to prescribe the action or can not detail the “how to do”. The impossibility to prescribe actions results from uncertainty in military operations. In such cases, the decision has to be delegated near to the tactical commanders. The autonomy remains necessary to action, even if decision may have strategic impacts. The “fog” of the war and the characteristics of the battlefield reduce the possibility of C2 centralization in military missions. For example, in land operations, Reilly (1997) points out that the company commanders have to make numerous decisions about logistics engagements, redefinition of priorities, and the cut of hierarchy contacts...⁸¹ The tactical action’s paralysis occurs when excessive centralization has been made. The same specificities exist for naval operations. In specific operations, autonomy of commanding officers is related to less detailed orders than in prescriptive action. The hierarchy is not going to detail the “how to act”. It remains limited to the definition of the main goals. Command intent constitutes a set of guide principles⁸², and allows centralization or decentralization of actions depending on the contexts. The respect of each level of hierarchy prerogatives is considered as fundamental.

The prescription character of action explains the range of application of the OODA loop. In non prescriptive action, the OODA loop is only applied to specific phases of military actions. Conversely, in prescriptive action, the OODA loop does not have any interruption. The situation facilitates the centralization of C2 which is justified to perform military operations. The flexibility of military operations is not grounded directly in the increase of delegation but in specific uses of information flows in the centralization process. The OODA loop relates to information management. The improvement of quality and speed of information exchanges inside the OODA loop is important to understand the C2 centralization. The flexibility of Air operations, for instance, is grounded in the improvement of information management and automatization process which both allow to the increase centralization of decisions.

ICTs implementation has many impacts on the selection of information. They facilitate the integration of known parameters in military planning and programming. They allow for the regular adaptation of task order and plans to the context. The more information system performs, the more phases in OODA loop may be centralized in the C2 chain. In Air operations, the informational flow is essentially vertical. As Woodcock (2005) underlines, the Air commander remains the unique authority⁸³. All information bypass by him and the opportunities for the strategic level to interfere in operations increase with the improvement of ICTs use. The flexibility of Air operations relates to the increase of speed and to the efficiency of time management of the OODA loop. From the perspective of information management, the introduction of ICTs induces more centralization of C2 than before. The synchronization of prescriptive action is not grounded on the *self synchronization* defined in the NCW doctrine. It depends on the codification of tactical parameters and on the automation of information via ICTs. *Shared awareness* is important

⁸¹ Relly, D., *How tactical experience affects confidence about combat decision making*, Sacramento: California State University Press, 1997.

⁸² Borchert, A., *Organizational fitness of a proposed network centric organization*, California: Naval Postgraduate School, 1998.

⁸³ Woodcock W.A., *The Joint Forces Air Command Problem: Is network-centric Warfare the Answer?*, ACSC/DLO, Air command and staff college, Washington DC, 2005.

but its content does not deal with the aspects mentioned in the NCW doctrine. It is reduced here to an immediate understanding of the battlefield (characteristics of the enemy's forces, geographic characteristics) and to the understanding of rules of engagement. The main problem of coordination in prescribing actions does not relate to a problem of *shared awareness* but to a problem of sharing *situational awareness* among militaries.

The impact of ICTs on non prescribed actions is very different. Coordination and synchronization of military actions are not grounded on codification and automatization of processes and information as it may be the case when dealing with the processes associated with the production of goods and services in private companies. As in civilian production activities, coordination and synchronization require that routines, values, automatism, mental models of action are shared among the hierarchy⁸⁴. But it goes a bit further. Coordination requires not only to share out *situational awareness* as the common perception of a specific environment, but also to increase *shared awareness* which relates to the interpretation of the reality [situations] in the general framework of decision processes. Shared awareness mainly depends on learning processes and on transmission of knowledge. In such cases, *self synchronization* seems a concept to be adapted in order to improve the flexibility of military organization. The delegation and the autonomy of tactical level remain important. The reduction of asymmetry increases the opportunities to delegate inside the chain of command (subsidiarity). Miller (2001) underlines the particularities of application of NCW concepts to naval operations⁸⁵. The implementation of ICTs modifies the distribution of information inside the C2. In naval operations, each officer in charge of command responsibilities will benefit from the flows of data and from the multiplication of exchanges with the hierarchy thanks to ICTs use, going for beyond the description of the positions on the battlefield. Virtual collaborations increase the exchange inside the hierarchy and contribute to the implementation of the military strategy. ICTs' use may introduce more delegation. The model of subsidiarity as defined by the NCW doctrine seems to be well suited to a double top-down and bottom-up process between the officers in charge of command at the various levels dealing with the tactical and operational levels. Miller (2001) explains the global action plan at the operational level emerges from this collaborative interactions allowed by ICTs⁸⁶. However, the consequences of the implementation of ICTs on subsidiarity are not automatically associated to the decentralization of decision. The risk of centralization exists because ICTs introduce a kind of "virtual presence" for specific actors who may interfere in local decisions as they are precisely in charge of non-local decisions during the same command process. ICTs therefore offer a new range of possibilities to precise command intent. In the end, upper levels of command do not provide anymore a framework for local action to develop on an autonomous basis: their intervention is associated to prescriptions for local action and reveals tendencies to micromanage military operations.

⁸⁴ Pararone, C. and Crupi J., "Janusian thinking and acting", *Military Review*, January –february (2002) : 18-25.

⁸⁵ Miller, S.A., *Will we achieve a network centric navy ? Department of Defense acquisition system adjustments and reforms necessary to bring about the successful migration*, the Center for Naval Warfare Studies, US Naval War College, 2001

⁸⁶ Miller, S.A., *Will we achieve a network centric navy ? Department of Defense acquisition system adjustments and reforms necessary to bring about the successful migration*, the Center for Naval Warfare Studies, US Naval War College, 2001

The risk of the implementation of ICTs deals with the rise of prescriptive behaviors by the hierarchy. The delegation model suggested by the NCW doctrine is well adapted to actions which may be prescribed on a sound basis but many organizational adaptations are necessary to reach such a situation. They imply specific military training and suppose that the working processes be adapted. Understanding the impact of ICTs on subsidiarity implies obviously to take into account the asymmetry of information but it is clearly not enough. Action also refers to interpretation schemes and their convergence does not rely on information flows only. It becomes necessary to develop about the knowledge processes specificities in the C2 chain. The development relates to the skills embedded in individual and collective experience.

Delegation, C2 and asymmetries of knowledge

ICTs and the management of C2 competencies

Understanding the whole problem associated to ICTs impacts on subsidiarity requires an account of the interaction between information flows and knowledge assessments. Competencies become the core concept to be developed and focused on. Their evolution remains necessary in order to improve ICTs' use and to develop new functionalities of information systems.

The position of decision-makers is related to abilities to decide and take initiatives aiming at conducting missions. In a contribution about knowledge management in civil organizations, Child (2000) analyses top-managers competences⁸⁷. He considers that decision-makers have to master *strategic knowledge* assets which are required to head teams, mobilize all energies and reach common goals. The competences of a decision maker are built on individual and collective experiences and practices. They refer to behaviors and to personal skills such as leadership, intuition, etc. The definition of the prerogatives associated to command and control clearly depends on the efficiency of the implementation of *strategic knowledge* assets at each level of the hierarchy. Subsidiarity is based on the distribution of these assets towards the lower levels of the hierarchy and the construction of competences inside the C2 chain relates to the opportunities to re-incorporate them into new decision processes. Fact is that *strategic knowledge* is very difficult to transfer. It is embedded in minds, experiences, behaviors and social interactions. The main problem arises with the irremediably tacit character of *strategic knowledge*. The possibility to develop new (joint) operations via ICTs uses implies new problems of coordination and grounds in knowledge articulation. The consistency of mental schemes inside the C2 chain turns out as a strict necessity required to coordinate various military actions. Increasing *shared awareness* implies that numerous difficulties associated to learning processes are solved thanks to the construction of a common basis for interpretation. Strategic knowledge precisely represents this framework.

Sharing knowledge mechanism remains different from transferring information. It depends on individual and collective competences and abilities; it requires the multiplication of

⁸⁷ Child, J. (2001), "Learning through strategic alliances", in Diekes M., Berthonantal A., Child J. & Nonaka I., *Handbook of organizational learning and knowledge*, Oxford university Press, 631-656.

interactions. ICTs contribute to increase interactions inside the C2 chain. For example, Air C2 needs less and less to be collocated, which has an impact on the appraisal of vulnerability for Air operation Centers (AOC)⁸⁸. ICTs' new interactions offer a range of exchanges and of communications varieties but the knowledge transfer associated to virtual collaborations and "face to face" interactions do not ground in the same mechanisms. All media affect the context of communication in some way. Regulating interactions and understanding conversations via ICTs supposes specific transaction costs issues. Wainfain & al (2005) point out the importance to work out complex solutions in order to make sure that people know each other personally before entering into virtual collaboration and using it efficiently⁸⁹. Socialization facilitates common understanding. Shared awareness is associated to the mechanisms of acquisition and transfers of knowledge. It deals with complex learning processes and results in sharing experiences and reference models for action. This is the reason why the AOC may be set up anywhere where organizational features may improve its efficiency. It may be set up aboard a ship if this efficiency would result from Air and Naval C2 collocation based on increased "face to face" opportunities. In such cases, collocation only is not a reason for success because common experiences and reciprocal acculturation are required to guarantee the quality of common understanding between hierarchies.

The implementation of ICTs does not reduce the problem of asymmetry of knowledge inside the chain of command. A large focus on the technical aspects related to ICTs may even increase the risk to minimize the role of competences required to think about subsidiarity. The NCW doctrine provides an illustration of this phenomenon. The omnipresence of the reflection associated to ICTs implementation ignores most part of the organizational aspects. In reality, the dispersion of information does not cover the same aspects as the minimization of knowledge distribution in C2 is concerned with. Information may be present and not processed in the relevant way; it might even be misinterpreted because of wrong reference patterns. The NCW doctrine supposes that more information may automatically result in better decisions. It is all not so simple.

The first problem relates to time-processing delays inside decision-making. ICTs compress delays thanks to the increase of information flows speed. However, decision requires an incompressible time dedicated to thinking. Spedero (2004) illustrates this point⁹⁰. *Time sensitive targets* (TST) often describe strategic and moving targets. The shooting decision remains centralized in the chain of command according to the strategic value of targets. The incompressible delay before shooting as it is materialized by the OODA loop turns out to represent the counterpart of the incompressible decision and evaluation processes assessing the effect of the operation. Whatever the level in the preparation of decisions, the assessments associated to decision are independent from the technical efficiency of the OODA loop (information flows) and from the automation in the treatment of information.

⁸⁸ Woodcock W.A. (2005) "The Joint Forces Air Command Problem: Is network-centric Warfare the Answer?", ACSC/DLO, Air command and staff college, Washington DC.

⁸⁹ Wainfain, L. & Davis, P.K. (2004), *Challenges in virtual collaboration: videoconferencing, audioconferencing and computer-mediated communications*, Santa Monica: Rand Corporation, National Defense Research Institute, 2004.

⁹⁰ Spedero, P. C., *Time sensitive targeting: the operational commander's role*, New port: Naval War College, 2004.

Time processing may even not be compared. When it deals with the technical aspects of the OODA loop information transfers, time passes by at the speed consequent to the technical solutions introduced in the C2 chain. When it deals with decision processes, time depends on brains and connections between the individuals' brains which need to interact. Compressing delays cannot rely on the same procedures and on the same preparation, even if it always deals with preparation, programming and training.

The second problem deals with the risk of the increasing interference of the hierarchy inside local decisions. Upper staff levels officers feel that they *can* decide instead of their subordinates because of the improvement of information and communication system give them such a practical ability⁹¹. The hierarchy may feel that it understands via virtual interactions the local situation as well as subordinates on the battlefield do. These situations remain very dangerous. First, lots of personal attitudes and feelings (such as fear...) cannot be virtually exchanged. The limits of ICTs are here associated with the nature of the data transferred. Personal feelings may be exchanged yet they cannot provide a basis for sound interpretation if people do not know well each other before. Increasing knowledge exchanges via ICTs does therefore not imply automatically an improvement of coordination and of *shared awareness*. The risk also relates to underestimating the specific knowledge necessary to the decision process. Tactical decisions require *technical knowledge* associated to the practice of technology and weapons systems in the conduct of military action. It is conceivable that the hierarchy may minimize the obsolescence of its own technical competence. Staff decision-making closely depends on individual and collective experiences related to tactical abilities. As careers evolve and develop, the accumulation of experience allows for higher level responsibilities but, at the same time, the ability to endorse intermediate functions decreases because individual do not master the technical competencies required by the operational life at the relevant level anymore. Technical changes and the evolution of weapon doctrines imitate the ability of the top level hierarchy to take over specific activities. Woodcock (2005) points out that Air C2 involves perishable skills that atrophy in the absence of training or in the introduction of new technology⁹². The subsidiarity implies to take into account what each body and each brain know best at specific moments of the career.

The third problem relates to the risk of mislay competences in C2. ICTs affect the quantity and quality of interactions. It may even be thought of ICTs as to increase both the interactions quality and quantity. The situation implies new behaviors at each level of the hierarchy in the chain of command and, progressively, the construction of *strategic knowledge* is modified. ICTs gradually allow unbroken interactions between strategic, operational and tactical levels⁹³. Individuals very soon realize that they have become dependent from the organization of labor rooted in the interaction based on ICTs. Usually ICTs implementation starts with a joint reference to the ICTs and traditional coordination modes. After some time both organizational practices cannot be exercised at the same time

⁹¹ Sardiello, C.A., *Effect of modern C2 assets on risk management of joint operational warfare*, Newport: Naval War College, 2004.

⁹² Woodcock W.A., *The Joint Forces Air Command Problem: Is network-centric Warfare the Answer?*, ACSC/DLO, Air command and staff college, Washington DC, 2005.

⁹³ Sardiello, C.A. (2004), *Effect of modern C2 assets on risk management of joint operational warfare*, Newport: Naval War College, 2004.

anymore, and the preservation of non-ICTs techniques becomes an issue. What is it to happen is suddenly networks and communications fall down? Such risks always existed, yet the systemic risk associated to the potential collapse does reach now huge levels of concerns. Here again, the first reaction most often deal with practical and technical aspects. The problem to be raised here deals with the individual competencies associated to the techniques. Military officers (both at the staff level and in the tactical missions) progressively lose the competencies associated to non-NCW doctrines, which is not only normal but also turns out as a necessity. At each level of commandment decreases the ability to make decisions without referring back to the hierarchy which is on the other side of the ICTs network⁹⁴. When the connection is broken, the vulnerability of forces rises because the ability to take initiatives is reduced or, even in some cases, lost. We come here very close to a problem of training both for the tactical and staff activities. The issue is puzzling, because it is highly disputable whether both competencies may be installed in the very same brains without setting up at the same time psychiatric diseases. Sound technologies management requires maintaining both types of units and competencies on the short run, but sooner or later the generalization of ICTs will induce a major change with the transfer to the other side of an organizational break-through innovation. This radical transformation may induce new sets of vulnerability at the level of the humane knowledge and competencies.

ICTs and the emergence of joint competencies

Knowledge is told to represent (and result from) an embodied practice⁹⁵. The problem does not deal only with the coordination of individual practice(s) as it has already been presented in this contribution with the conciliation and coordination of various competencies in order to fulfil specific missions. In reality, Amin & Cohendet adapt a traditional view of knowledge and learning theory and focus on the way new competencies are introduced in the complexity of coordination. Knowledge embodies a complete set of (provisory true) answers to the problems raised by the operational life. Each individual refers to theories and real-life experiences. His competencies elaborate on the interaction between case situations and tasks: the efficiency of the solution is appraised in comparing the initial goals to the results. Success (for the theory, for the attempt) occurs every time the results match the initial goals. The broad logic described here does not change when coordinating numerous people in order to solve a complex problem. It just enlarges into the problem of articulating the various individuals' knowledge sets and trajectories, which is not an easy theoretical problem as such. In reality things are quite easy when dealing with military missions, because all people involved in the activities are mobilized towards the same common goal: they coordinate on the basis of their specific competencies and all converge towards the same objectives. The various contributions rely on their various knowledge and learning trajectories, which complement each other in order to achieve at the complete set required by the current mission. Articulating spaces of knowing echoes the division of labor.

⁹⁴ Cummings J.J., *Does network centric warfare equal micro-managerial warfare? Minimizing micromanagement*, Newport: Naval War College, Center of Naval War College, 2003

⁹⁵ Amin, A. & Cohendet, P., *Architecture of Knowledge: firms, capabilities and communities*, New York: Oxford University Press, 2004.

It is important to our topic to deal with the possibility of managing the radical transformation of ICTs' introduction in the repartition of actions associated to military missions. It is then necessary to explain not only why we have come to the current situation but also to address how we can come to an efficient use of ICTs. It represents an autonomous problem, which subdivides into two aspects: the first one relates to the condition prevailing during the learning stages of the process, and the second one to the compatibility of the results of the learning process. Dealing with the military and its interventions, the "space of knowing" closely relate the milieu where individuals live, behave and work, which is of crucial importance because it represents their "learning space". This last section will develop that the construction of individual knowledge closely depends on the "learning space" whereas the construction of coordination grounds in a learning process made of interaction and mutual consistency. Learning trajectories are "sticky" or, in other words, context-dependant and milieu committed. Here the military reference to ICTs raises an interesting issue because the problems to be addressed in each milieu do not deal with the same tactical constraints and to the same spaces for knowing. Decision and action schemes depend both on the space where knowledge and learning occurred. Paparone (2004) underlines the impossibility to transpose a schema of action from a specific context to another⁹⁶. For example, the application of the OODA loop is determined by the tempo of action and by the character of prescription⁹⁷. The great variety of specificities and constraints associated to land and to air operations explains why the outline of action cannot be transposed directly from an activity to the other one. Strategic knowledge is associated to the specificity of military missions, to the technical knowledge required for mission management and to the associated organizational processes. The character of prescription, routines and speed of execution are different to air operations and naval operations. Such knowledge is partially unconscious, internalized in individual and in collective behaviors. Subsidiarity relates to and follows the variety of decision schemes associated to the nature and context of action.

The construction of *knowledge* is contextualized. In this perspective, the impact of ICTs on subsidiarity is related to the possibility to elaborate new sets of knowledge and, therefore, new contexts. Exchanging and articulating *knowledge* depend on the contexts where it grew up. Bechky (2003) analyses the transfer of knowledge between communities in civil organizations⁹⁸. He concludes on the impossibility to directly transfer knowledge from a specific context to another one. As soon as a community communicates to another one, new knowledge diffusion implies a process of adaptation and the appraisal of efficiency of knowledge to the reality to be grasped. In this perspective, the diffusion of ICTs implies new forms of transfer of knowledge⁹⁹ because new attitudes, new practices are set up in the

⁹⁶ Paparone, C.R. "Deconstructing Army Leadership", *Military Review* january/february (2004) : 2-10.

⁹⁷ Mérindol, V., « Network Centric Warfare et principe de subsidiarité: quels changements dans la conduite des opérations ? » chapter 3 in Versailles & Mérindol, eds ; 2005, *Gestion des connaissances et organisations de Défense : une réflexion autour du Network Centric Warfare*, EMAA/CREA, research developed for the French MoD's Délégation aux Affaires Stratégiques, Ministère de la Défense (2005) : 40-70.

⁹⁸ Bechky, B., « Sharing Meaning across Occupational Communities: The Transformation of Understanding on a Production Floor », *Organization Science*, Vol. 14, n°3 (2003) : 312-330.

⁹⁹ Lundvall, B-A., Johnson, B. & Lorenz, E. (2002), « Why all this fuss about codified and tacit knowledge? », *Industrial and Corporate Change*, Vol. 11, N°2, pp. 245-62.

every-day life of the agents. Opportunities to increase military coordination offered by these technologies introduce new problems because concepts essential for the organization of the missions such as centralization and control now endorse new contents. A close appreciation of subsidiarity under the perspective of ICTs implies in reality the combination of two different processes. The first one relates to a common perception of the main C2 principles. The second process explains how the variety and complexity of military applications implies new forms of joint (inter-services) articulation and a specific analysis on the compatibility of decision processes.

Coordination makes it at least compulsory that the main important reference patterns be coordinated, even though the whole learning processes does not cover exactly the same steps and determinants. It turns out that the joint use of ICTs at the level of large organizations reveal most often coordination paths for which activities did not evolve along the same lines. It is then important that the various aspects for which coordination has to occur follow the same interpretation lines. If the main patterns shaping the whole analyze represent discrepant options for the sub-groups searching for coordination, then the convergence between the subgroups will hardly occur. On the other side, if a common authority is able to let consistent solutions emerge at the overall level, then coordination might occur. In the realm of military operations, it might be already enough to then organize the joint meeting required to train and convince that joint operations are possible. In that case forms of codification and a kind of standardization of knowledge are developed around the main important reference patterns on a separate basis, but the individuals are trained together in order to make joint commitments and missions possible. Dealing with command and control in military operations such as close air support, the combination of aerial facilities and of the Special Forces during the operations in Afghanistan might illustrate the point. It is important to bear in mind that most of these missions are targeting objectives of higher strategic importance which are accordingly appraised and investigated. Once the political and military decisions have been made (at the highest level of decision) and have led to tasking orders, missions barely represent a coordination issue in the framework of the common OODA loop. For each contributor, ICTs do not represent a specific added value but for the reduction (and minimization) of coordination costs. Aerial intervention has to occur on the basis of rather limited number of planes and in delivering precise ammunitions. At the origin of the OODA loop initiation, Special Forces need to identify the targets with a high level of precision. It is then required that they keep all necessary contacts to guide and coordinate the intervention(s) toward the target. At this level, the introduction of ICTs can conciliate the various cultures and routines developed in the milieu each groups knows best, and at the same time opens a new space for coordination¹⁰⁰. The original organization in each subgroup is not affected by the joint operation and joint training merely develops new competencies in the framework of existing knowledge trajectories. Learning processes are much more affected by the organization set up during the 2003 operations in Irak¹⁰¹. Fire decisions were totally centralized and problems arose because of the routines of the various services, here in the previous case the ones associated to the Air force and to the Special Forces. The general articulation of the rules of engagement does not refer to the same references when dealing

¹⁰⁰ Danskine, W., *The Time critical targeting model*, Alabam: Air University, 2000.

¹⁰¹ Harrison, C. « How joint are we and can be better ?, *Joint Force Quartely*, n°38, (2005), 14-29

with combat jets engaged in close air support and with Special Forces. The engagement decision had been made possible for the Special Forces on the basis of counter-fire operations (trajectory identification opening the possibility for counter-battery fires) whereas the pilots had to visualize the targets first. In this precise framework, RoEs materialize and codify different rules of conduct for each milieu. If one wants to coordinate the aerial forces engaged in CAS missions and the Special Forces on a larger basis, another codification must emerge, which does not necessarily imply that actions schemes and routines specific to each milieu must be ruled out and merely replaced by new ones. A common perception of the RoEs and converging appreciations of the milieu are enough to provide the various actors with coordination.

The other case mentioned above faces problems which cannot be overcome thanks to standardization and codification. The necessity for new forms of (joint) articulation has been mentioned in order to make coordination emerge, and the compatibility of decision processes exist. As compared to the previous situation, routines and actions schemes attached to the same milieu are not together consistent. The analysis reveals that the various positions are rooted in specific tacit knowledge framesets, which lead to diverging interpretations of the same reality (whatever its level of complexity). Sharing the same interpretative schemes requires then a convergence starting from the deepest elements explaining tacit knowledge. In the most frequent situation, reconciliation only occurs if some actors accept to walk (at least a part) of the way towards the others: the process leads to explicit parts of the previously tacit knowledge characterizing the various actors in order to share it and make it the ground for common interpretation schemes. A common learning process installs and complements the each of the previous knowledge sets. The main danger is associated to the potentially of abandoning or of forgetting the basics of the respective identities in the same time new learning processes and new knowledge sets are jointly shared by the actors. The case of joint aerial operations mobilizing the Air force and the Navy has been often evoked: the introduction of joint ICTs allow for a mobilization of all available planes required to engage the various targets and threats to the benefit of the command in charge, whatever it may currently emanate from the Air Force or the Navy. This situation would remain clearly transparent in other countries where joint activities have now become normal because of a smaller military format. Hatter (1999) explains that specific coordination problems emerge. According to him, knowledge framesets are not exactly covering the same elements¹⁰²; different routines and working modes have been elaborated for a milieu and for missions which remain, basically, the same even though the jet planes are not totally equivalent. This asymmetry leads to different rules of engagement and to diverging interpretation of the same tactical situations which are not in relation with the situation itself, but rather show off as a consequence of the routines developed during the learning and training processes. How much might cost such a new convergence for the institution and for the individuals? This question remains wide open. It does not only affect the efficiency of the missions but also the whole identity construction in each service. Here we touch the difficulty of introducing a joint culture, which represents in reality the very kernel of the NCW revolution.

¹⁰² Hatter, S., *Self synchronization: Splendid promise or dangerous delusion*, Newport: Naval war college, 2000.

Conclusion

This article has stressed the importance of the dichotomy between information and knowledge at the moment to inquire C2 organization and subsidiarity effects. The NCW doctrine provides now the US services with new organizational structures (“joint”) and with new coordination patterns between the officers in charge of tactical and operational levels. Even though the NCW doctrine invokes self-synchronization and decentralization as two prevailing principles, it reveals in reality that an interpretation of ICTs which remain limited to information transfers. It seems that the doctrine could benefit from considerations associated to the ways knowledge is transferred and diffused among the people, and from the introduction of cognitive models into the argumentation on subsidiarity.

C2 competences require taking into account a great variety of situations and action schemes, all of them impacting directly the potentiality of working out an efficient coordination. One who focuses on the exercise of responsibilities at all levels of the military hierarchy thanks to knowledge-related assessments will automatically realize that the whole cursus must itself be perceived as a mere training course: officers need to realize as soon as possible the true domain of their prerogatives in checking carefully the levels of delegation they are consented in each situation. If this solution is associated to joint training and joint operational interactions from the earliest stages in the exercise of responsibilities, common and mutual understanding will also arise. A common learning process will install and complement the interpretation specific to each milieu and culture. The main important question will then deal with the preservation of the efficiency of each actor in a framework where individuals might be led to abandon or forget the basics of their own identity and professional efficiency.

B. 13th ICCRTS (2008): “Sharing awareness and problem solving”

Référence

- David W. VERSAILLES, 2008, « Sharing awareness and problem solving: introducing the concepts of embodied knowledge, epistemic and pragmatic action », communication to the tracks 2 (Network and networking) and 4 (Cognitive issues) of the 13th ICCRTS conference, organized by the Command and control research program, US Department of Defense, Bellevue (Seattle), WA, USA, June, *mimeo* – disponible dans les actes de la conférence.

RÉSUMÉ: Le concept de « situation awareness » est devenu un lieu commun de la littérature scientifique, même si le terme « awareness » recouvre des significations très variées et floues. Des catégories de problèmes opposent des états à des processus, ou encore la perception [awareness] d’une situation à son évaluation. Cette contribution renvoie à la différence entre information et connaissance et s’installe dans le débat sur le cycle de commandement et de contrôle, à travers les phases de codification et de contextualisation. Cette contribution détaille la démarcation entre partage d’information et partage de connaissance pour reconnaître l’importance de l’interaction au sein des équipes (équipes). Une des distinctions majeures se trouve dans la distinction entre attention partagée d’une même situation ou attention sur une situation déjà partagée. Le processus nécessite de raisonner sur les filtres perceptifs et conceptuels qui renvoient à l’incorporation de la connaissance dans les acteurs du processus, en particulier dans le cadre des activités opérationnelles du soldat.

ABSTRACT: The concepts of situation awareness and shared awareness have become now a commonplace in the scientific literature, yet the concept of awareness remains often a “buzzword” labeling a range of cognitive processes. Relevant definitions may be divided into classes corresponding to state vs. process duality, or confronting “situation awareness” to “situation assessment”. This contribution elaborates on the asymmetry between information sharing and knowledge sharing in order to address the issue of knowledge computation and the aspects associated codification and contextualization. It focuses on knowledge-based mechanisms associated to the notion of “shared-ness” within command and control processes. Conceptual and perceptive filters have to be considered in order to assess knowledge. One of the key points focuses on the distinction between the “shared awareness of a situation” and the “awareness of a shared situation”. Mechanisms associated to tactical activities are related to embodied knowledge processes, involving stored mental models and perceptive / conceptual filters. This contribution proposes a theoretical reference in evolutionary epistemology in order to investigate the dynamics of embodied knowledge assets.

KEYWORDS: Evolutionary epistemology, shared awareness, embodied knowledge.

This contribution¹⁰³ will elaborate on the interpretation of shared awareness on the basis of the asymmetry between information and knowledge. It will sketch the main elements associated to the implementation of knowledge computation in the C2 cycle on the basis of the aspects associated to knowledge assets codification and contextualization.

Even though the concepts of situation awareness and shared awareness have become now a commonplace in the scientific literature, the concept of awareness remains often considered as a “buzzword” labeling a range of cognitive processes. Relevant definitions may be divided into two classes corresponding to State vs. Process duality. Endsley’s conceptual contribution focuses on individual appreciations and confronts “situation awareness” to “situation assessment”. Defining and modeling SA has recently evolved to take into account team cognition specificities and to consequently build up team situation awareness (TSA). Teamwork requires information gathering, information sharing, knowledge mobilization and team convergence toward a concrete action. Networking and computational capabilities available at all levels of the military systems on a battlefield and in the C2 chain have come to a turning point where creation, formalization, and distribution of information may be assessed as problem solving features and integrated into a broader investigation of decision making.

Our purpose in this contribution is twofold: on the one hands, we clearly demarcate information sharing from knowledge sharing; on the other hands, we intend to investigate the specific framework of team interaction. The importance of teamwork is recognized, but not traditionally addressed in cognitive and managerial sciences: team related variables such as communication, shared information, and coordination are too often discarded in the analysis. This communication will focus on knowledge-based mechanisms associated to the notion of “shared-ness” within command and control processes. Knowledge results from the interpretation of a proposition regarding a subject in a given context; knowledge truth-status is related to trial and errors processes confronting hypotheses with reality. Opportunities associated to the new computational capabilities associated to the various nodes of the Command and control network do not only refer to information sharing and to the corresponding information transfer mechanisms.

Efficiency in command intent transmission refers to the mobilization of information databases, understood here as a set of common references pushed into the system or picked up at specific times by the various actors. Awareness accommodates a wide range of activities and handles both different timescales and different command layers. Various people committed to the same situational problem will react according to their own perspectives on the situation, which spans the perception of elements in the environment, the comprehension of their meaning and the projection of their status in the next future. “Shared” awareness therefore depends at the same time on individual situation awareness capacities, on team performance and on the architectures present in the weapons systems in order to prepare the individuals’ computation. In this contribution

¹⁰³ **The ideas developed in this contribution are those of the author and can neither commit the French ministry of Defense nor the French Air Force.** The author would like to thank the participants to the Workshop on knowledge theory organized in Salon de Provence at CReA in January 2007. The author is highly grateful to Prof. Max Boisot for fruitful discussion and the insight for elements of this contribution.

I will follow the lines developed in Popperian knowledge theory and, more specifically, elaborate on the results of Max Boisot's contributions to the issue. This contribution will develop a description of individual computation based upon perception, mental representation and critical elaboration of knowledge which borrows from Boisot's elaboration on Popper's knowledge theory.

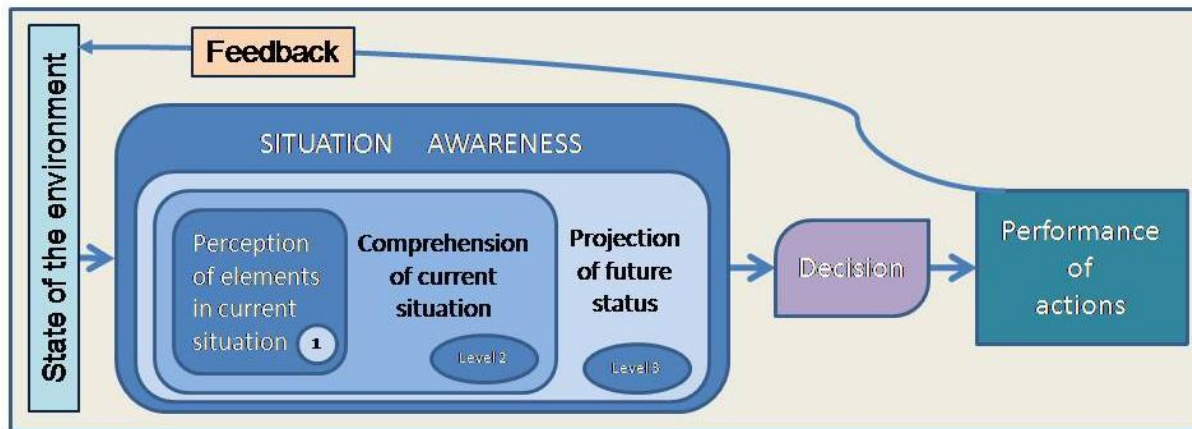
This contribution reads as follows:

The first section investigates the concept of situation awareness and explores its relationship with decision-making processes, on the basis of the difference between information and knowledge. Section 2 deals with tactical coordination and self-synchronization as an outcome of SA, in some specific aspect of its content. The difference between technical knowledge assets, relational knowledge assets and adaptative knowledge assets is used in order to elaborate on pragmatic and epistemic action processes. The third and last section deals with the dynamics of the interaction between the agents' knowledge filters and pragmatic action. It is here all about embodied knowledge mechanisms and their impact the "shared-ness" of awareness in teams.

Decision-making, information and knowledge

Situation awareness was coined by Endsley (2000) as the combination of a perception of elements in the current situation, of the comprehension (in the Weberian sense) of the situation environment and of a perception of the future status of the situation. Altogether they allow decision making, resulting in actions and a potential efficiency. In this perspective, situation "awareness" is allegedly an equivalent to situation "assessment". This concept is therefore merely focusing on the technical knowledge-base at the individual level (incl. the corresponding adaptative knowledge assets) and on the skills and know-how associated to relational knowledge. As already noted (Bryant et al, in Banburry & Trambly 2004: 107), "Endsley model is not of a form that allows detailed specification of the cognitive operations underlying SA" even though it has contributed to the development of intuitive and 'naturalistic' theories of decision-making. Fiore and Salas (2004: 244) explain also that situation "assessment" is the term used to describe the processes (e.g. attention, pattern recognition, communication) that are engaged to produce the end product of situation "awareness".

Figure 1: The Endsley model (1995)



As Hone et al. (2006) explain, the Endsley model and its related methodology SAGAT (Situation awareness global assessment technique) have been most questioned and most commentators have reduced the SA definition to the three words “Perception, Comprehension, Projection”. In her model, Endsley proposes three levels of awareness, corresponding to each phase of her definition: level 1 refers to the amount of unprocessed total or perceptual inputs; level 2 incorporates the cognitive understanding and appraisal of the data conveyed by level 1; level 3 describes the outcome of the perceptual-cognitive process. It is really not sure whether the steps are to be separated in this way, which echoes the traditional debate about the separation between perception and cognition. Endsley’s model has been already criticized because it relates clearly to a stimulus-response theorization of individual behaviors which roots in a sequential approach and removes the immediacy.

A major issue for our purpose relates to the conflation of the ambiguous SA acronym options: “situation” awareness and “situational” awareness show a tiny yet critical difference which alters in the end the very content of “awareness”. Appraisal of the situation remains a basic part of the process and relates to an individual viewpoint over the situation. In this perspective, Hone et al. propose to reduce the Endsley model in referring to 3 questions worth of attention in virtually any kind of tactical situation: *Who is where?*, *What are they doing?*, *What will they do?*. The authors relevantly insist on the fact that these questions demand at the same time to consider issues in Endsley’s levels 1 and 2 together, if not sometimes also some insight belonging to level 3. The analysis of a situation refers here to an appraisal of the current state of the situation, and looks (backwards) over the behaviors of friends and enemies on a battlefield. Situational perspectives render a broader analysis and cannot be separated from a deep understanding of the dynamics associated to the interaction. Situational awareness gives also to the word awareness its full content: understanding of the interactions between all actors (for instance at the tactical level) integrating at the same time all three Endsley’s levels.

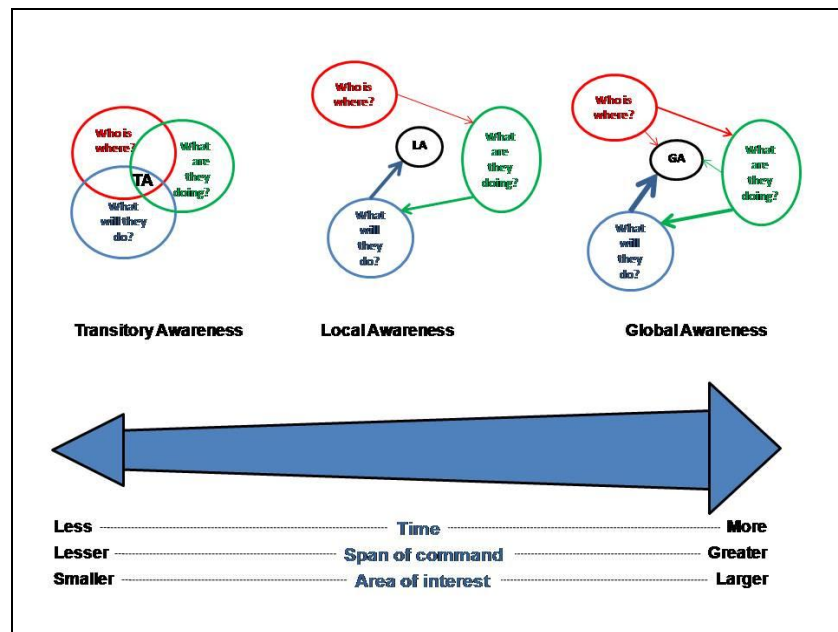
Decision-making in a dynamic context remains inherently associated to the process of learning and adapting in real (irreversible) time. Making decisions depends on individual views on the future and involves the recognition of possibly wrong expectations. The

Popperian opposition between the “bucket theory of knowledge” and the “searchlight paradigm” (Popper 1979; Boland, 2003, p 177) coins an endogenous theory of individual knowledge: Learning represents a process without end, where the current state of knowledge¹⁰⁴ represents an assumption over the real world and therefore a “potential step forward” if it will be ever corroborated by the real world. Filling the bucket with data and information does not foster decision-making as the elements recollected might well not be worth for the decision to be made. Collecting information contributes to the processes of knowledge elaboration and of decision-making. How do decision-makers know that they have enough knowledge to be efficient in making the decisions? This is nothing but a logical point: Nobody knows a priori. Anyone will test his knowledge with the decision he made and thereby decision-making remains a process and not a single isolated event. This is a point associated to the relevance of the various aspects used in decision-making rather to the volume of information used for it. Obviously all aspects remain situated and constrained, as the environment conveys its own characteristics of time (speed, urge) and space (distance, milieu specificity). Basically this is a matter of relevance: Decision-making remains always goal-oriented. The process of testing one’s knowledge remains as such a form of situational logic, where unintended consequences of one’s decision also impact the next decision. As situational analysis explains (eg Boland 2003; 256), once such knowledge is acquired it cannot be unlearned. Once a decision has been made and its consequences have been appraised, the initial decision cannot be erased from anyone’s mind.

When an individual is able to “predict” futures status and states of the situation, he grasps the situation in such a way as to give sense to all behaviors in the course of the interaction. These remarks are obviously consistent with Hones et al. (2006) points about *transitory* awareness, *local* awareness and *global* awareness (*cf* figure 2 below). Instances may be given easily. A pilot participating to aerial defense missions may have good TA, low LA and minimal GA, while his mission commander in the same patrol may locate only some feet away with TA, LA rated at ‘good’ and GA at ‘very good’. Each of them is concerned by levels 1 and 2 inquiries, but the aspects associated to the level 3 change drastically according to the role of each contributor to the mission and explain also how the treatment of information and data is reshaped by the attention to dynamic and global aspects. As most authors now consider (*cf* the sources quoted in Hones and al 2006, section 2), there is no single point as TA, LA or GA but a sort of continuum (including to some extent forms of overlapping between them) depicting different apprehension of time, command span and areas of interest.

¹⁰⁴ It has now become commonplace to distinguish information from knowledge. Knowledge differs from information because an (individual) computational process transforms the data conveyed by reality and selects among all available sources. If Popper is right, the problem of induction is twofold: knowledge does not have to be proven true (and therefore become Knowledge) in order to be used by an individual; knowledge does not have to relate necessarily to an empirical proof and may rely on mere logical deduction (rejection of inductivism).

Figure 2: The 3 Questions Awareness model (source Hones et al. 2006)



Cognitive science has substantially influenced research about teams and, more specifically cross-disciplinary investigation about team cognition movements. The issue at stake here deals both with the efficiency of teamwork and involves the adaptation of coordination strategies: as explain Salas and Fiore (2004: 4) closed-loop communication and a sense of collective orientation are required so that agents can reach the goals assigned to the team. The issue of decision-making in a team represents therefore something “more” than work accomplished individually within a group of individuals; the result of a collective cognitive, behavioral and attitudinal activity. Team processes and performance are affected by inter-individual and intra-individual factors, where the requisite set of knowledge enabling to perform team tasks concretizes in a process (*how to engage in team-related tasks*) as well as a product (*memory for team-mate capabilities*). The process relates to team-relevant knowledge and, for instance, to its transmission within the group (Salas and Fiore, 2004, chap 11: 235); the product to shared mental references. The result may be appraised by coping with the complexity of the phenomena surrounding team process and affecting consequently the decisions to be made at the individual level. Overcoming the problems in teams in the course of action then represents an issue in team coordination or, more specifically a problem in binding team cognition with team coordination (which parallels the binding problem in theories of consciousness). What is here *shared*? What produces *awareness*? “Sharing” presupposes either a reference to the concept of information or to the concept of knowledge. In case one deals with information sharing, the general framework of the mobilization of technical know-how and skills applies into the process. Outcomes affect mainly team coordination. In case knowledge sharing is investigated, the problem shifts onto the binding of team cognition and team coordination: the convergence at the level of the team of individual computational mechanisms, expectations and truth-status appraisal.

Tactical coordination and (self-)synchronization as the outcome of SA

Team cognition and team coordination may be illustrated in the framework of tactical features. The information set associated to a precise tactical environment combined with previously acquired knowledge assets may explain the outcomes of the decision process and illustrate coordination on a battlefield. The decision to be made mobilizes from his/her experience (competency) and refers to previously acquired competencies. Experience acquired on battlefields and in training programs represents a basis for the appraisal of available information sets in a precise tactical situation. It may also balance the incompleteness of relevant information and help for the elaboration of new assumptions over the environment (e.g. friends' and enemies' behaviors on the battlefield). This combination of raw data and of computed experience builds a knowledge set serving as a kind of filter over the data flows surrounding the individual; during the course of action, individual experience will be backed to teammates' competences and team efficiency will be the outcome of such complementarities inside the team.

Such an analytical framework stems from the examination of individual competencies. At the level of the military, the individual embodies technical, relational and adaptative knowledge assets.

- **Technical knowledge** assets are the specific skills and know-how required for the use of armament systems in a specified environment in order to achieve precise performance levels.
- **Relational knowledge** assets relate to the ability to interact inside tactical military units, and also to a further level with other units at the operational level (incl. the incorporation of the consequences of the introduction of ICTs in the framework of joint operations). Relational knowledge assets mobilize individual competencies about the actors present in the mission, and suppose know-how about the management of the various protocols suited for the interaction between all of them. Obviously, empathetic abilities are important in this framework yet it should be separated into different parts contributing at their own level to coordination. One aspect deals with the expectations about teammates's decision making and refers to previously acquired reference patterns such as doctrine and maneuver rules. Another point deals with the ability to walk in teammates' shoes, to feel and anticipate feelings and reactions against the various features of the tactical environment. Empathy remains important in the course of the action. It remains possible to prepare for efficient coordination through training and working on all subparts of relational knowledge assets. The acquisition of reference patterns in training will also convey empathetic relationships within the tactical group, provided that the team will operate in real operations with the very same soldiers who trained together.

- **Adaptative knowledge** assets relate to the ability of reassessing the interaction with other individuals/units in accordance with the evolution of the tactical and operational situations:
 - Assessment of autonomy range at the individual level (technical knowledge) and in the prerogatives associated to leadership (management, repartition and distribution of activities at the level of tactical units, whatever their size and the complexity level associated to it);
 - Integration of responsibility levels and readiness;
 - Control of the quality and efficiency levels.

Individual competencies relate directly to the interaction of technical, relational and adaptative knowledge assets at the level of one single individual. This perspective makes it possible to articulate the collective and individual aspects associated to competences and makes it possible to go much further than the traditional view of individual competencies as “knowledge in action”. Technical and relational competencies affect a wide range of resources, including empathic behaviors and the ability to cope (at the individual and collective levels) with emotional aspects such as stress. Adaptative knowledge assets relate much more to the ability of individuals to cope efficiently with the changing environment of missions and within the so-called “fog of war”. It is important to stress the difficulty associated to the bridge between individual-based and crew-based analysis: in interconnected networks, the distribution of diverse forces and the distances between units/individuals challenge decision-making processes. The traditional development of individual-based contribution to a mission is depicted by the OODA (observe-orient-decide-act) loop, yet the confrontation of this presentation to reality reduces the realm of intervention to improvements associated to reduction/expansion of the loop. The loop may be conceived of as occurring at many levels of the organization. The delegation of authority depends on the transfer of and on the access to information inside the structure of organization. The forms of command and control are related to quality and speed in the distribution/access to information, which may be inserted into the OODA loop description. The objective of information dominance is to reduce the time required to complete the OODA loop (at all levels) on the friendly side, while increasing it for the enemy: from a crew in a battle acting on information directly, to a local command organization acting at the operative level (including the cooperation of a large number of units), to staffs operating at a global information level in order to plan and manage actions to be executed among a large range of forces. In fact, decision making may be described as a sequence of interaction between memory and classified situations, where Situation awareness relies on the assessment of shared references enacting consistent actions. Obviously this process would not be difficult enough to deal with if it would not take place in the normal tempo of operations, occurring sometimes at Mach 2.

These aspects obviously depend from the individual ability to interact with the stimuli of the external world, and to process, filter and transform these stimuli into data and information manageable by his knowledge reference patterns. These patterns relate directly to stored mental models and to values.

- Mental models provide the individual with the various decision possibilities; they result directly result from the accumulation of training and experience.
- Values and preferences are directly related to the ethical rationales ruling any soldier's behavior: ethics might be considered as the set of references used by the soldier to decide about his action/reaction when the orders do not provide enough elements to cope with the current situation and decide about the relevant action.

Collective competences relate to the ability to benefit from complementarities of individual competencies and to the specific emergence of efficient organization modes, arm systems and operational doctrines. They grow with the possibilities to develop a consistent collective representation of the current state of the battlespace (how it currently is). Situation awareness deals therefore both with the interpretation of the situation and with the awareness of the same stimuli. Both points need to be questioned: what about the selection of other real-world data? What about another interpretation of the stimuli? Both steps depend directly from the computational assets 'implemented' in the soldiers' brains during the long process of training and of experience accumulation. It is here important to bear in mind that mental models and values/preference sets are dynamically related to the perception of real-world features and co-evolve. In the battlespace, these elements are rather named target detection and identification, navigation and localization of friends and enemies, engagement, maneuvering, firing, mission planning and re-planning, tactics development. In fact, SA aspects are omnipresent in the Observe-Orient aspects of the OODA loop, and condition directly the content of the Decision (*cf* figure 1 supra).

The first consequence of the impact of ICTs between soldiers and platforms (airplanes, main battle tanks, etc) is related to information management. Command and control, tactical actions are not a single individual task but an intricate set of organizational procedures and decision-making authorities. ICTs modify the management of information and reduce the asymmetry between the different levels of the hierarchy as regard their access to information, which also affects the repartition of prerogatives and subsidiarity (Mérindol & Versailles, 2007). The NCW doctrine focuses on new possibilities of information transmission and introduces the new concept of self-synchronization as a new principle in military intervention (Davis, 2004, 95-9). In reality, self-synchronization does not only deal with information, but rather with the soldiers' computation of (relevant) information selected from the current "environment". It is therefore necessary to bring situational representations of the battlespace at this level of complexity. Individual soldiers' computational mechanisms have to provide the nuances required for this modelization.

Boisot's presentation describes the agents with the following steps (*cf* figure 3 below):

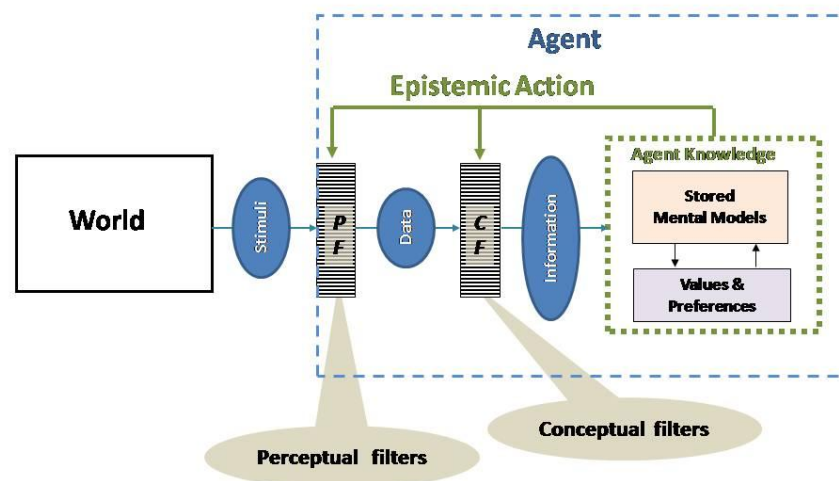
- The external (real-life) world is associated to the emission of stimuli;
- Stimuli are available to the individual but he/she can only notice the external elements in accordance with his/her perceptual filters;

- Perceptual filters alter the external reality and provide the individual computational apparatus with data;
- Data is computed by the conceptual filters and provide agent's computational apparatus with an information set;
- The information set enters the computational mechanism which aims at relevant decision outputs.

Situation remains part of the real-world. In fact, when soldiers or crew members operate on the battlefield, they hardly may refer to complete developments of the cognitive process and mostly pass through “ready-to-use” links. If the process were to be performed along a full development, action would only occur pragmatically after the validation of stored mental models by the perceptual and cognitive filters. This process is hugely time-costly. Epistemic action always occurs in the process, but soldiers try to cope with reality in focusing directly on stimuli: this means that the response to stimuli is enacted by the recognition of specific patterns at the moment stimuli are met by perceptual filters. The process then relies on direct relationships between a whole set of cognitive features and ready-to-use sequences. These are truly conditioned as a common base of reflexes, and will be coined here as embodied knowledge (*cf* Max Boisot's schemas in the annexe below).

Figure 3: Max Boisot's description of the individual knowledge process

Description of the agent



“Situation awareness” is cognitively dependant from all steps described here. The agent's behavior remains a consequence of the whole perception system (yet referring to the systemic character of the interpretative apparatus does not mean that a wholist interpretation of the situation be required).

In reality Endsley's model does not provide enough conceptual space to the dynamics of mental modeling and situational representations. This goes much further than Breton and Rousseau (2001)'s classification of SA 26 definitions, raising a division in classes associated to 'state' or 'process'. Mental models are dynamic. Values and preference sets may well not adapt to reality as fast as the mental models themselves, but both remain the outcome of the assessment of consistence and relevance tests (correspondence) with reality. The agent remains stucked in a trial-and-errors process where the confrontation between knowledge and reality alters his interpretative apparatus. Boisot clearly separates epistemic action from pragmatic action:

- Epistemic action develops the retroaction of the agent's knowledge assets onto the perceptual and conceptual filters; it then alters the condition of implementation of Situation awareness from an individualistic perspective;
- Pragmatic action deals with the agent's action onto the real world; it describes here the tactical action and remains the only visible part of the computational iceberg.

In the development about situation awareness, epistemic action relates to perception, conceptualization and interpretation of the real-life stimuli by an individual. Tactical action supposes that organizational procedures be together consistent and that individuals all develop the same interpretative logic (dynamically). In the course of military operations, workload constraints and the tempo of operations induce that pragmatic action only is to be operated. Epistemic action is reserved for individuals who are not directly in charge and have the very specificity to prepare the forthcoming parts of the mission and adapt it to the current situation: these people specialize in overcoming the fog of war. Such a repartition of prerogatives is typical of the pilot / navigator crew organization on combat aircrafts, where the pilot is in charge of short run aspects while the navigator prepares the team for mid- and long-term constraints.

In the development, pragmatic action relates to the implementation of tactical decisions and individual action does not convey any specific difficulty in this framework provided that they master the relevant level of technical and relational knowledge assets. Collective action requires that individual knowledge sets and decision-making processes lead to together consistent outcomes. They may result from individual knowledge assets which do not evolve at all, or which evolve together consistently. The problem arising here relates to the identification of the step where the collective computation occurs: analytical issues will not deal with the same difficulties if coordination relates to pragmatic action, to epistemic action, to the elaboration of stored mental models, of preferences, of perceptual / conceptual filters. Broadly stated, it remains important to distinguish at least the processes associated to pragmatic action from the ones linked to epistemic action.

These elements provide another insight for distinguishing several concepts:

- "shared awareness of a shared situation" refers to the fact soldiers on the battlefield share the complete set of links between stimuli / data / knowledge / information / filters / decision-making and pragmatic action;
- "shared awareness of a situation" only focus on the perceptual and conceptual filters, on data and information;

- “awareness of a shared situation” refers to the individuals’ computational black boxes result in the same decision (with or without reference to a deterministic common cognitive process);
- etc.

This contribution therefore tries to reconcile Sarter and Woods (1995: 16) and Endsley (1995, 1998) definitions of situation awareness in pointing out their complementarities: SA covers a variety of cognitive processing activities [so Sarter and Woods] and, at the same time, reflects the perception of the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning and the projection of their status in the near future” [Endsley]. It comes then to Bryant and al.’ conclusion, even though the conceptual reference to Boisot and Popper does not use the same concepts at the level of the individual cognitive description: “*the key element of organizational C2 is not time per se but the validity of the conceptual model as it unfolds over time*” (op cit: 113). The main important demarcation between our development and the Endsley family of SA models deals with her description of hierarchical linear processing systems. The current reference to SA as a process depends on the joint properties and combination of the situation and of the soldier’s expertise.

Tactical action efficiency remains related to the organizational features allowing for a consistent evolution of the epistemic action. In fact, the best [organizational] answer to the complexity of the battlefield is performed when the dynamic evolution of the epistemic processes occurs on consistent lines at the level of military *operational* decision processes [not tactical]. The best [organizational] answer to the complexity of the battlefield occurs when the dynamic evolution of pragmatic action occurs on consistent lines with the evolution of the tactical situation.

Tactical action as the application of the agents’ embodied knowledge

The tempo of operations is too fast and requires that soldiers on the battlefield operate along modes full of fast computations and automatisms in order to perform armament systems in an efficient and coordinated way. Full computations run the complete process described in the previous section and in figure 3 supra. The very notion of automatism supposes that training and experience have led to the elaboration of actions directly answering the perception of specific stimuli and of runs embodied knowledge assets. In this later situation, the process does not run the process leading to the elaboration of “constructed” knowledge; consistently with Popper’s trial and error process and with the theory of evolutionary epistemology, it is used as a test potentially invalidating the epistemic apparatus as a whole. The difficulty relates to the global invalidation of the whole action process if the trial and error process invalidates the test. Pragmatic action represents a consequence of a provisory consistent link between stored mental models, values and preferences and filters sets (both perceptual and conceptual sets). The possibility of sooner reactions results directly (consistency and relevance tests) from the individual commitment to previously tested links between decision options and real-life situations.

What about situation awareness in this framework?

Tactical action represents here the direct consequence of the coordination of soldiers recognizing the same reference patterns and reacting with their corresponding contributions. This is truly an issue in the convergence of situation assessments. Here it is important to recognize that such a situation is only worth the preparation if the series of potential answers turns out to be predictable: The prerequisite to such a tactical preparation relates to the deterministic character of the answers in a predictable environment. The situation might be depicted as the set of tactics associated to the deterministic moves on a chess board. The framework of action seems both operator- and situation-focused. SA is viewed as the automatic relationship between the static recognition of reference patterns and the automatic commission of pre-conditioned behaviors and collective scenarios; individuals are nothing but complex automats playing the perfect anticipations developed at the strategic/operational levels. When pre-organized coordination sets cannot apply anymore, the tactical organization cannot apply anymore and fails as a whole. One concern depends clearly from the location of the dynamic engine: traditional literature on SA depicts the possibility of direct perception and alleges information be contained in the environment. This contribution explains that direct links do only need stimuli and no such thing as information motivate the exercise of direct answers through pragmatic action; the recognition of forms is performed directly at the level of the perceptual filters.

This analytical explanation leads to specific appreciations of training and the capitalization of direct experience on the battlefield. Thinking about knowledge assets on the basis of the difference between constructed and embodied knowledge makes it possible to appraise SA as a network of concomitant processes serving the twofold purpose of the improvement of the efficiency of the epistemic apparatus (perceptual and conceptual filters, stored mental models) and the answers to real-life situations through pragmatic action. In fact, we draw back to McGuiness and Foy (2000) contributions, where they explicitly argue that Endsley's model "should not [be] interpret[ed] [...] as a linear or hierarchical sequence but more as a network of parallel functions serving a common purpose". It is not sure whether the model of *parallel functions* reflects a relevant situation and represents a domain worth of inquiry because the system of composition rules supporting decision making processes might not be graspable outside the realm of physiology and cognitive experimental psychology. The double question of identifying processes and architectures remains a usual question in cognitive psychology. In reality, it remains much more important for our purpose to check that the logical order between the system and the architecture remains a closed network where any analytical aspect may become the starting point of the description of the process.

As do explain the process aspects of descriptive situation awareness, processing paths depend on the joint properties of the situation and of the expertise of the operator. The flexibility and plasticity of the model clearly depend on the interaction between the agents' knowledge filters and their pragmatic action, in a kind of co-evolution. Perception is controlled by the action process, because action represents as such the clue for the validation / invalidation of the (provisory) efficiency of the combination of stored mental models, values and preferences and (perceptual and conceptual filters). Here we come to Popper's famous statement about the amoeba and Einstein in *Objective knowledge* (1972: 247-8): "if the hypothesis does not stand up to [...] criticism and to [experimental] tests as

well as its competitors, it will be eliminated. [...] the critical or rational method consists in letting our hypothesis die in our stead: it is a case of exosomatic evolution". As Popper explains, there is only "just one step" from the amoeba and Einstein because Einstein is a scientist not directly confronted to real-life situations. When reality kicks back the soldier, he/she may die on the battlefield.

When remaining at the level of descriptive SA, numerous options exist to limit the definition and scope of the mental models. In fact the model proposed by Max Boisot and adapted here to the issues of SA allows for an explanation of the dynamics associated to the various subparts of the individual cognitive and computational model. All subparts do not evolve at the same speeds and constraints addressing them do even sometimes introduce inertias on the very short run (which means inside the tempo of operations). Descriptive SA remains clearly associated to the inquiry of the contribution of prior knowledge to SA. The plasticity of the cognitive apparatus of the individual levels and the following consequences at the level of organization depend directly from it. Models must take into account information that is not present in the environment but that is expected to be present in the situation. Operator's expectations are part of SA. Yet they need to be handled with care as their status in decision making is clearly ambiguous: the limit associated to mere individualistic SA analysis has just been reached. Situation awareness must then turn to shared awareness and inquire the very notion of 'shared-ness'.

At the level of individual, prescriptive models remain closely related to military training and experience building. At the organizational level, prescriptive models of SA open the path to team situation awareness: the interaction between individuals and groups relates to variables such as communication, shared information (at the level of the definitions detailed in section 1 *supra*) and coordination. Using these concepts will perhaps make situation awareness and team situation awareness together consistent. In reality the main important point relates to the fact that TSA is more than the sum of teams' members individual SA (*cf.* Banburry and al: 2004: 14). Dealing with the determinants and characteristics of the individualistic model presented in section 1, it is possible to claim that individual SA and TSA do emerge in the very same training and expertise building processes. SA does not have to be built up before TSA to be trained. The only prerequisite remains at the level of technical knowledge assets and some relational knowledge assets.

Conclusion

This contribution has elaborated on the concept of shared awareness and was intended to contribute to the more complex concept of shared situation awareness. One of the key points focuses on the distinction between the "shared awareness of a situation" and the "awareness of a shared situation".

This contribution has proposed to inquire this concepts proposed by Max Boisot and the distinction between epistemic and pragmatic action in order to grasp the issue of computing the "shared-ness" at the level of teams. The mechanisms associated to tactical activities are related to embodied knowledge processes, involving prepared sets of stored mental models and of perceptive / conceptual filters. The main important problem to be inquired in this framework relates to the invalidation of embodied knowledge assets by the

trial and error process confronting to the situation and to the fog of war. What about replacing embodied knowledge assets for soldiers during the course of action on a battlefield? The process would be painful and costly, if not inconsistent with the constraints of tactical action. What about the adaptation of embodied knowledge to new tactical situations? How to perform it? Such a process will be for sure difficult to organize and implement in soldiers preparation.

Bibliography

- Banburry Simon, and Sébastien Tremblay, eds; 2004, *A cognitive approach to situation awareness: theory and application*, Aldershot, UK: Ashgate
- Boisot, Max, 1995, *Information space, A framework for learning in organizations, institutions and culture*, London: Routledge
- Boisot, Max, 1998, *Knowledge assets, Securing competitive advantage in the information economy*, Oxford UK: Oxford Univ Press
- Endsley, Mica R., 1995 : « Toward a theory of situation awareness in dynamic systems », *Human factors*, 37(1), pp 32-64
- Endsley, Mica R. and Daniel J Garland, eds; *Situation awareness analysis and measurement*, London: Erlbaum associates
- Hone, Geoff N, Lynne Martin, and Robert Ayres, 2006, “Awareness – Does the acronym SA still have any value?”, paper I-071, communication to the 11th ICCRTS conference, (Cambridge, UK).
- Huber, Rainer, Petra M. Eggenhofer, Jens Römer, Sebastian Schäfer, Klaus Titze, 2007, “Team composition: Linking individual and team characteristics to team decision-making and performance”, paper I-042, communication presented to the 12th CCRP conference (Naval War college, Newport, RI).
- Mérindol, Valérie, and David W Versailles, 2007, “Towards and reinterpretation of information communication technologies’ impact on command and control”, *Defence studies*, volume 7, number 2 (June), pp. 239-258).
- Popper, Karl R., 1979, *Objective knowledge, an evolutionary approach*, London: Routledge (2dn revised edition).
- Shattuck, Lawrence G, Nita Lewis Miller, Gregory A. Miller, 2007, “Using the dynamic model of situated cognition to assess network centric warfare in field setting”, paper I-166, communication presented to the 12th CCRP conference (Naval War college, Newport, RI)

Annexes

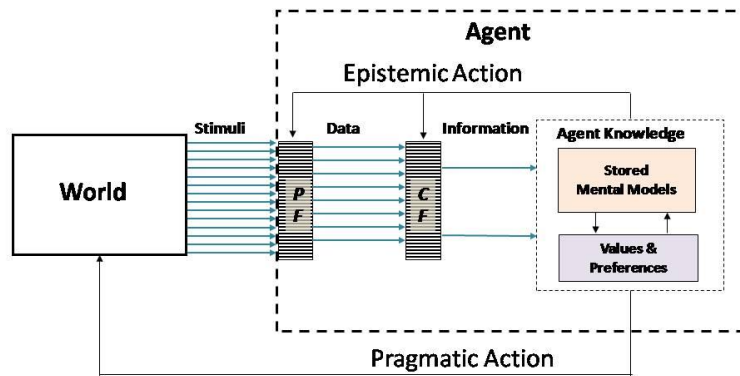
Stimuli, Data, Information,
and Knowledge

Figure 4
(source: Boisot)

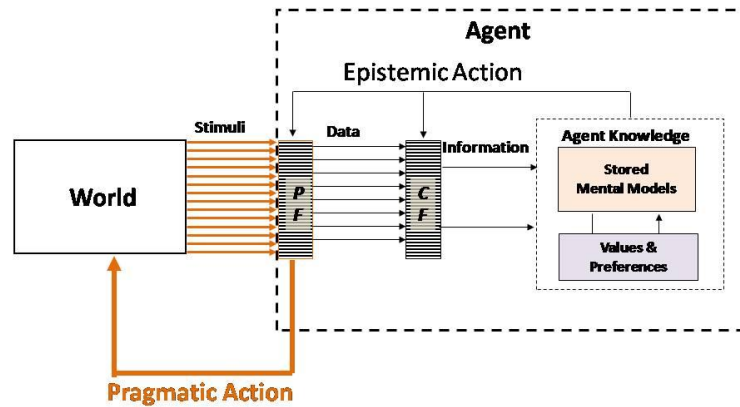
Tunable Filters and
Embodied Knowledge

Figure 5
(source: Boisot)

4. Articles du thème 3: Organisation industrielle, réseaux de connaissances et économie de la Défense

Publications citées :

- VERSAILLES, David W., 2003, « Le concept de base industrielle et technologique de Défense », chapitre 1 in VERSAILLES, MÉRINDOL, CARDOT, 2003, *La recherche et la technologie, enjeux de puissance*, Paris : Economica, pp. 9-36.
- VERSAILLES, David W., 2005, « Défense, organisation industrielle et réseaux de connaissances », introduction au numéro thématique de même titre, *Revue d'économie industrielle*, numéro 112, 4^{ème} trimestre, pp. 11-25.
- MÉRINDOL, Valérie, et David W. VERSAILLES, 2006, « Sector-based vs. National-based explanations of the triptych Government / Industry / Academic research in Defense-related R&D projects. Instances from France, the UK and the USA », chapitre 10 in M. H. SHERIF & T. M. KHALIL, eds; *Management of technology, New directions in technology management*, Amsterdam: Elsevier.
- MÉRINDOL, Valérie, et David W. VERSAILLES, 2009 (*forthcoming*), « Dual-use as knowledge-oriented policy: France during the 1990ies and 2000ies », co-author Valérie Mérindol, *International journal of technology management*, accepted for publication in August 2008.
- VERSAILLES, David W., 2005, « Le maître d'œuvre dans les programmes d'armement : de l'émergence à la consolidation des réseaux de connaissances », *Revue d'économie industrielle*, dans le numéro thématique 'Défense, organisation industrielle et réseaux de connaissances', numéro 112, 4^{ème} trimestre, pp. 83-105.
- VERSAILLES, David W., et Valérie MÉRINDOL, 2007, « Transatlantic cooperation and R&D management: an inquiry into the problem of complementarity », *Defense and peace economics*, numéro spécial 'Defence R&D management' (sous la direction d'Asher Tishler), vol 17 n°3 (juin), pp. 239-256.
- VERSAILLES, David W., 2003, « Un cheval de Troie : le programme JSF », pp. 81-88 in Versailles, Mérindol, Cardot, 2003.
- VERSAILLES, David W., 2009 (*forthcoming*), « The case of industry architectures and co-specialization », in Adrew JAMES and Philippe LAREDO, eds ; 2009, *Re-evaluating Defence R&D and innovation dynamics*, Cheltenham, UK and Northampton, USA : Edward Elgar.

A. 2003: “Le concept de BITD” (in Versailles et alii, 2003)**Référence :**

- VERSAILLES, David W., 2003, « Le concept de base industrielle et technologique de Défense », chapitre 1 in VERSAILLES, MÉRINDOL, CARDOT, 2003, *La recherche et la technologie, enjeux de puissance*, Paris : Economica, pp. 9-36.

RÉSUMÉ: La ‘base technologique et industrielle de Défense’ est un concept fréquemment utilisé pour faire référence aux entreprises qui dépendent des budgets publics relatifs à l’approvisionnement ou à l’équipement de la Défense. A son tour, l’Etat en dépend pour assurer le caractère opérationnel de la fonction de Défense, et la sécurité des approvisionnements. Les groupes industriels qui pilotent les programmes d’armement majeurs sont faciles à identifier mais recenser la masse de toutes les firmes qui sont mobilisées dans la production conduit à des difficultés d’ordre théorique et empirique puisque leurs rôles, leurs fonctions et leurs importances stratégiques varient largement. Après la fin de la Guerre froide et le 11 septembre 2001, l’évolution des politiques d’innovation et l’importance toujours croissante des marchés civils dans le processus de R&D, que reste-t-il du concept ? Le chapitre appréhende la dynamique industrielle à partir des thématiques de l’innovation et de l’apprentissage, et dépasse la stricte lecture budgétaire du problème associée aux dépenses publiques de l’Etat-client. Il propose une définition qui revisite le rôle de l’acteur public.

ABSTRACT: The notion of Defense (technological and) industrial base refers traditionally to the bundle of firms depending on public budgets associated to Defense supplies. The State depends also from these firms for the security of supplies. The industry running the major weapon programs remain easy to identify yet the identification of the whole array of firms mobilized in the production and Defense R&D leads to theoretical and empirical difficulties. Their respective roles, functions, and contributions vary greatly. After the end of the Cold war and 9/11, what characterizes now the concept? The new framework relates to innovation policies where civilian technologies and uses induce new market dynamics and specific incentives for the industry. The chapter investigates the various aspects of this interaction along the lines of knowledge economics and tries to overcome the issues focusing mainly on the expenses of the State.

KEYWORDS: industrial policy, Defense R&D, monopsony, knowledge economics.

La 'base technologique et industrielle de Défense' est un concept fréquemment utilisé pour faire référence aux entreprises qui dépendent des budgets publics relatifs à l'approvisionnement ou à l'équipement de la Défense (Dunne 1995 : 401). A son tour, l'Etat en dépend pour assurer le caractère opérationnel de la fonction de Défense, et la sécurité des approvisionnements. Cette définition est simple. Les groupes industriels qui pilotent les programmes d'armement majeurs sont faciles à identifier, en particulier lorsque les entreprises ne jouent pas le rôle de simple fournisseur passif. Recenser en revanche la masse de toutes les firmes qui sont mobilisées dans la production conduit à des difficultés d'ordre théorique et empirique puisque leurs rôles, leurs fonctions et leurs importances stratégiques varient largement. Il est évident, dans cet ordre de vue, qu'une telle lecture de la base industrielle de Défense recouvre un spectre particulièrement large d'activités et de produits.

De nombreuses études se concentrent sur le rôle strictement fonctionnel de la base industrielle et technologique de Défense (cf. Dunne 1995 : bibliographie), qui renvoie à l'efficacité de l'appareil productif. Cette approche est descriptive et rétrospective. Dans une dimension plus politique, un rapport du Commissariat général du plan relatif à l'avenir des industries de Défense (rapport Bénichou, 1998 : 13 et *sq.*) mettait en avant trois arguments justifiant l'intérêt pour une nation de disposer d'une BTID : une base industrielle et technologique de Défense est un instrument de souveraineté, elle représente un entraîneur technologique, et fournit des emplois¹⁰⁵. Au fur et à mesure que se révèle l'imbrication entre la base industrielle qui sert la fonction de Défense et le reste du tissu industriel qui est dévolu à la satisfaction des besoins civils, le concept de base technologique et industrielle *de Défense* perd son originalité. Après le 11 septembre 2001, c'est-à-dire dans un contexte géopolitique qui a non seulement tourné la page de la Guerre froide mais encore celle des dividendes de la paix, que reste-t-il du concept ? Représente-t-il toujours une réalité empirique ? Avec l'évolution de la technicité des produits civils, l'incorporation toujours plus rapide des innovations dans des générations de biens qui se succèdent sur un rythme infiniment plus soutenu que les programmes d'équipement militaire, la question est légitime.

Réfléchir sur la Base technologique et industrielle de Défense requiert donc de revenir sur chacun des termes qui composent l'acronyme. « D ». La notion de Défense a évolué, mais le passage à une acception englobante comme celle de « Sécurité » pose directement le problème de la frontière entre la BTID et le reste du monde industriel. « I ». A l'évidence, les restructurations qui ont suivi l'évolution à la baisse des budgets publics de Défense manifestent des attitudes différentes face aux réactions de l'offre et de la demande sur le marché des biens de Défense. « T ». Puisque les technologies mobilisées pour répondre aux besoins de Défense sont de plus en plus banales par rapport aux innovations incorporées dans les biens civils, la satisfaction des fonctions de Défense et la préparation du futur posent des questions spécifiques qui qualifient le problème comme une question de coordination intra- et inter- organisationnelle. « B ». Les trois points précédents conduisent à appréhender la dynamique industrielle intéressant la Défense à partir de phénomènes d'innovation et d'apprentissage, et à repenser le rôle de l'acteur public en

¹⁰⁵ 1% de la population active, 5% de l'emploi industriel en 1993, soit 230 000 personnes auxquelles il faut ajouter 100 000 emplois induits.

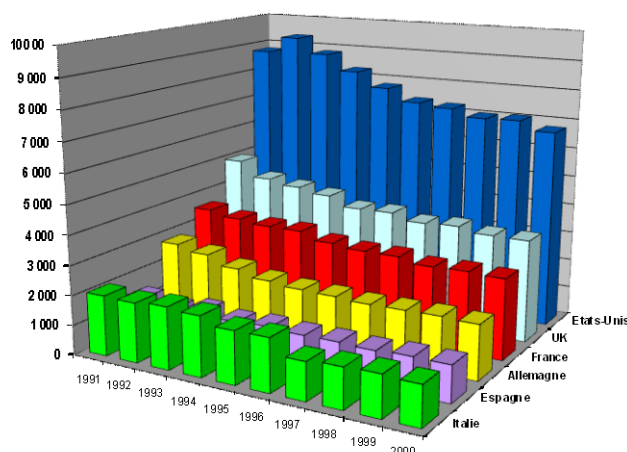
dépassant largement la stricte lecture budgétaire (dépenses de l'Etat-client) de son intervention. Ce sera le plan retenu ici pour analyser la BTID.

« D » : la fin des bénéfices de la paix

Les événements du 11 septembre 2001 n'ont pas seulement marqué l'évolution des zones d'instabilité et des menaces pour les opinions publiques : ils ont également mis en évidence que la notion de Défense s'est élargie à tout ce qui touche à la Sécurité. Pendant une dizaine d'années, la menace soviétique ayant disparu, les Etats ont tiré les dividendes de la paix. En France, cette logique a prévalu au moment d'initier la revue des programmes et la professionnalisation des forces. Aux Etats-Unis, sous les administrations Clinton, la réduction du budget de la Défense a permis d'assainir les grands équilibres du budget fédéral et, en particulier, d'en supprimer le déficit courant pour commencer à réduire la dette publique. Baisse des dépenses d'investissement et réduction du format peuvent être constatées dans les principaux pays occidentaux (cf. graphique 1).

Graphique 1 : Dépenses en capital par habitant

[hors pensions, structure OTAN, à parité de pouvoir d'achat ; FRF 2000]



source : Ministère de la Défense, SGA Direction des affaires financières

Dans ce processus, le concept de base technologique et industrielle de Défense et son contenu empirique ont tous deux évolué. Dans une première lecture, la BTID est fortement associée à une appréciation 'autarcique' de l'effort de Défense. Il suffit de considérer l'ensemble des composantes permettant de mettre en œuvre une politique de dissuasion nucléaire pour en mesurer la justification. Intégrer dans la même logique la politique de Défense et les moyens qui permettent de la mettre en œuvre conduit à faire de l'industrie le

prolongement naturel, vers l'amont, des programmes d'armement. Si le problème se limite à produire les équipements nécessaires à la Défense nationale, alors les firmes productrices d'armement au sens strict doivent être prises en compte. A ce titre, il devient nécessaire de protéger les outils industriels, les techniques et procédés, les hommes et leurs compétences, comme des éléments constitutifs de la forteresse nationale. Ce chemin, pavé des bonnes intentions de l'autosuffisance, conduit à la mise en place de 'complexes militaro-industriels'. Ces derniers sont définis à partir de la prééminence de l'Etat dans les relations avec l'industrie, ou celle de la dépense publique à travers des politiques de relance de type keynésien. Des expériences spécifiques ont existé dans les principaux pays militaires jusqu'à la fin de la Guerre froide, mais l'interaction Défense - industrie n'y a pas survécu de la même façon aux évolutions du rapport de force géo-économique ou aux réductions budgétaires des années 1990.

La deuxième lecture de la BTID conserve la partie fonctionnelle de la définition, mais en élargit la base empirique : font partie de la BTID toutes les entreprises qui détiennent des compétences humaines, technologiques ou capacitaires (au sens des capacités de production) pour fournir le « service » industriel qui concourt aux fonctions de Défense. Ce raisonnement était déjà possible à condition d'élargir le périmètre du complexe militaro-industriel à toutes les firmes qui détenaient une compétence utilisable pour satisfaire aux fonctions de Défense, comme dans l'économie soviétique¹⁰⁶. Dans le processus qui élargit ce périmètre à toutes les composantes de la Sécurité nationale, les techniques et procédés à mobiliser sont plus nombreux car le champ de bataille est plus grand, sinon infini. Cette logique est poussée à son terme lorsque la « Défense » est supposée couvrir tous les aspects qui participent à l'efficacité « stratégique » d'un pays sur le plan économique, voire culturel. La Défense [Sécurité] et ses moyens constitutifs touchent alors virtuellement toutes les directions possibles.

La relation étroite entre BTID et Défense prend sa source dans une appréciation conjointe de la vulnérabilité des approvisionnements et de la crédibilité de l'appareil de Défense. La lecture 'autarcique' de la BTID conduit à la mise en place de « forteresses » nationales, qui doivent être capables de se suffire à elles-mêmes dans le cadre d'affrontements entre nations. La question stratégique renvoie alors à un examen attentif de la sensibilité de la fonction de Défense aux importations. Pour des pays comme le Royaume-Uni, aujourd'hui, cette notion n'a plus le même sens vu le degré de collaboration qui existe maintenant avec ses alliés (Hartley et al. 1987 : 62-72). Même aux Etats-Unis, des liens de long terme ont été mis en place avec les industries japonaises au point que la dépendance pour certains composants électroniques est totale et difficilement réversible. Ces deux exemples illustrent pourquoi la compréhension de la BTID ne passe plus par la dichotomie national / international mais par l'analyse du caractère stratégique des technologies employées et de la vulnérabilité des chaînes d'approvisionnement (Ratner et Thomas, 1990 : 57-68). La crédibilité de l'appareil de Défense repose sur la capacité à mettre en œuvre des moyens militaires, que fournit la BTID. L'approvisionnement extérieur est possible, avec des

¹⁰⁶ cf. par exemple le témoignage de Ken Alibek, 2000, p. 78 : « Ovchinikov n'avait sauvé la biologie soviétique des sables mouvants de la politique et de l'idéologie que pour la mettre au service du militarisme national. [...] beaucoup d'entre nous savent qu'il fut le père du programme d'armement bactériologique moderne. [...] tout le problème était de trouver des chercheurs qui acceptaient de mener une existence clandestine. »

risques calculés selon la stabilité des alliances dans le temps et une appréciation du risque-pays : il devient alors possible de réduire les coûts d'équipement en substituant des productions alliées à des productions nationales peu efficaces, processus qui renforce et conditionne à la fois les alliances stratégiques. Dans cette acception large, les fournisseurs étrangers deviennent alors une partie intégrante de la BTID nationale.

Les deux lectures de la BTID qui ont été présentées sont particulièrement adaptées pour expliquer la situation qui a prévalu pendant toutes les années de la Guerre froide, où les structures de production et de recherche destinées au militaire étaient justifiées par la présence concrète de la menace soviétique. Dans la période qui a suivi, après la chute du mur de Berlin puis du rideau de fer, l'argumentaire en faveur de la BTID a été contraint d'évoluer. Même si la fonction de Défense et les contraintes de préparation du futur demeuraient identiques, le contexte géopolitique et économique avait évolué. Le maintien de capacités de production intactes n'était plus possible dès lors que les opinions publiques voulaient bénéficier des dividendes de la paix. L'effondrement économique et l'inefficacité industrielle soviétiques ont servi à renforcer rétrospectivement la critique à l'encontre de la course aux armements. Évoluant sous la conjugaison de ces deux contraintes, maintien de la fonction et diminution des moyens, un déplacement a eu lieu qui a accordé plus d'importance à la capacité de mettre en œuvre des technologies pouvant devenir potentiellement des moyens de production d'armement effectives alors qu'elles sont destinées, à court terme, à la production de biens civils. La philosophie des technologies « dual-use » était née.¹⁰⁷ Elle fut intégrée dans les textes régissant l'activité du *DoD* dès 1996.

Il est possible dans la pratique de distinguer entre dualité de produit et dualité de technologies ou de procédés (et de tout autre résultat de la recherche). Les deux aspects intéressent la Défense, à des degrés divers. La dualité de produits permet aux entreprises productrices pour l'armement de se diversifier vers les marchés civils, et dans le même temps autorise l'administration à se fournir sur les marchés civils. Elle permet à l'Etat de conserver des capacités de production et des compétences qui sont mobilisées à court terme pour satisfaire des besoins civils, mais peuvent être facilement reconverties pour produire des armes. Pour chacune des étapes du processus de recherche et développement, puis du cycle de vie du produit, la dualité de technologie conduit à ouvrir un champ d'investigation(s) et d'application(s) militaire(s) à partir des résultats de la recherche civile. Selon le *Potomac institute for public policy*, cette politique du « dual-use » permet d'économiser des moyens budgétaires et du temps pour la gestion des programmes d'armement, à condition de savoir intensifier les relations entre la Défense et l'industrie. En ce sens, la BTID renvoie à l'acception la plus large qui a été mentionnée. La conclusion opposée quant à l'efficacité du « dual-use » se retrouve, par exemple, dans les rapports de la *Rand corporation* qui met en avant des problèmes de maintien de la compétitivité (et donc de possibilité de faible prix d'approvisionnement pour la Défense) et des pertes d'expérience (Rand corp. 1995, ou Dunne 1995 : 415) : le succès de la R&D réside pour

¹⁰⁷ Une partie des éléments de la 'Authorization bill' du *DoD* pour l'année fiscale 1997 reprenait les recommandations du *Dual use research project report* (juillet 1996) du POTOMAC INSTITUTE FOR PUBLIC POLICY, où on peut lire comme première des conclusions : « Dual use can make major improvements in warfighting capabilities and affordability of military systems – and it is faster ! » [p. 22, repris dans l'*executive summary* p 4, italiques des auteurs].

eux dans une combinaison entre l'expérience spécifique de la firme et son expérience systémique, cette dernière étant à long terme la plus importante, qui justifie l'existence d'une BTID au sens strict.

Ce raisonnement sur l'évolution du contexte dans lequel opère la fonction de Défense permet de mettre en lumière un problème de fond. Chaque définition de la BTID est liée à un comportement de l'Etat à la fois en tant qu'acheteur public et en tant que prescripteur des politiques publiques. Le comportement d'acheteur public peut se limiter à des achats sur étagères, et dans ce cas la notion de BTID peut être limitée à une interprétation « *free market* » (sic Hartley 1991) où l'Etat se fournit simplement au meilleur prix, sans égard pour la nationalité de l'entreprise choisie. Ce comportement est rare, même dans les pays qui ne disposent pas d'une véritable industrie de Défense, puisque le risque de dépendance envers le fournisseur (et le pays dont il dépend) va alors à contre-courant des contraintes de sécurité des approvisionnements. D'ailleurs, des pays comme l'Espagne ou l'Italie en atténuent les contraintes en s'inscrivant dans une logique de partenariat à long terme et la mise en place d'une sous-traitance de spécialité. La philosophie du « *dual-use* » prêche pour l'interprétation « *free market* », mais sans le faire de façon naïve : les entreprises qui servent à diversifier les approvisionnements ne font peut-être pas partie du complexe militaro-industriel ou de la BTID, mais elles ne sont pas automatiquement étrangères. Aux Etats-Unis, la politique de « *dual-use* » sert à diversifier les approvisionnements auprès d'entreprises à capitaux américains. Cette démarche, rendue aisée par la taille du marché domestique qui donne un sens à la nationalité des entreprises, sert à soutenir la base industrielle de haute technologie, en particulier lorsque les transferts vont du militaire vers le civil (*spin off*). En d'autres termes, la philosophie du « *dual-use* » ne fait qu'élargir le périmètre de la BTID, mais sans remettre en cause la logique qui a déjà été décrite.

Dans tous les cas, les définitions de la BTID mettent en évidence que le financement de programmes militaires, qu'il s'agisse de contrats de fabrication ou de R&D, est toujours un achat public, c'est-à-dire une *dépense* publique. Que la décision de dépense publique en matière de Défense soit ou non, *a priori*, motivée par des mesures de politique conjoncturelle importe peu. Il demeure que cet achat public représente le support d'une politique budgétaire, et qu'une gestion publique avisée ne peut ignorer son impact en matière de politique industrielle ou technologique. Plusieurs échéanciers de cette intervention vont alors cohabiter, en fonction de la planification des flux de crédits de paiement des programmes de fabrication ou de R&D. Au fur et à mesure de l'ouverture de la définition de la BTID aux domaines du civil qui ne sont pas étrangers aux retombées militaires, l'efficacité de la dépense publique évoluera en touchant des secteurs de plus en plus diversifiés. Le niveau de réactivité de la BTID pour satisfaire aux fonctions de Défense et l'efficacité de la politique budgétaire de relance ne seront pas non plus identiques selon les horizons de planification des dépenses qui auront été retenus.

« I » : la fin des monopsones

Dans une version des plus élémentaires articulant les industries à la fonction de Défense, la BTID est définie comme l'ensemble des firmes qui reçoivent, pour un pays donné, un financement de la part du ministère de la Défense. Cette définition présente au moins un mérite : elle souligne l'importance du pouvoir de l'acheteur étatique à tous les niveaux. Par

nature, les matériels militaires sont destinés à l'exercice de la force armée, qui est un monopole des Etats. Par définition, le monopsonne est une situation de marché mettant face à face, pour le même bien ou service, un acheteur unique (ou quasiment) avec une multitude de fournisseurs. Analyser les caractéristiques de l'offre et de la demande qui s'y exercent permet de clarifier le problème.

Le côté « demande » des échanges de biens militaires est imparfait, car un acteur unique intervient dans chaque pays, et représente l'Etat. Il existe une asymétrie particulièrement forte entre le 'pouvoir d'achat' du Département américain de la Défense (*DoD*) et celui de ses homologues, même parmi les alliés principaux des Etats-Unis. Sur des données 1994, l'IISS (1996 : 40) montre que le Pentagone représente 56,87% des achats réalisés par les pays de l'OTAN et 74,11% de leur effort de R&D. La France représente 12,46% de l'effort total de R&D au sein de l'OTAN, le Royaume-Uni, l'Allemagne et l'Italie respectivement 7,46%, 3,33% et 1,20%. En matière d'achats « Défense », le Royaume-Uni, la France et l'Allemagne se situent à 13,06%, 11,0% et 4,41% du total. Ces chiffres explicitent que la course en avant technologique et scientifique est l'arme qui a véritablement vaincu le bloc soviétique et permis de mettre un terme à la Guerre froide. L'écart capacitaire et technico-opérationnel, entre les alliés, induit par l'accumulation sur longue période de cet écart budgétaire et financier annuel sera commenté plus loin dans cet ouvrage.

Ce qui importe ici est un autre constat : la structuration de la BTID par le pouvoir d'achat du monopsonneur induit un effet d'éviction toujours plus grand envers les 'entrants' potentiels. L'actualité du programme JSF [F-35] permet d'autant mieux d'illustrer cette situation que les Etats doivent faire face à des difficultés budgétaires qui leur imposent, dans une même logique, de gérer les programmes majeurs en coopération et interdisent d'en mener plusieurs de front. Dès lors que le programme (R&D et / ou fabrication) a été attribué à un industriel, le marché se transforme par un processus de spécialisation réciproque de l'acheteur et du fournisseur, pour atteindre une forme de monopole bilatéral où prévaut une logique de négociation. Cette conclusion déjà acquise il y a plus de trente ans par F. M. Scherer (1964 : 2, commentée in Flamm 1999 : 228 *sq.*) n'a pas perdu sa validité dans le nouveau contexte, bien au contraire.

L'asymétrie décrite ici entre le vendeur et l'acheteur étatique unique entraîne un contrôle sur la structure industrielle, c'est-à-dire sur le côté « offre » de la relation. Le contrôle est durable, à cause des deux fonctions par lesquelles l'Etat exerce sa contrainte :

- en tant que *client* et *usager*, il paie les structures de production et les programmes de recherche, les infrastructures et la mise en œuvre de capacités de production qui sont la conséquence directe du débouché qu'il a prescrit à son fournisseur. Cette définition affecte non seulement la production destinée au marché national mais encore les exportations éventuelles, à cause de leur caractère plus ou moins stratégique et de la politique extérieure relative aux autres Etats clients.
- en tant qu'*Etat-client*, puisque l'Etat est à la fois le joueur et celui qui définit les règles du jeu sur le plan réglementaire (contrats et modes de contrôle des entreprises), industriel (par exemple subventions diverses, recommandation d'organisation, politique de propriété intellectuelle), fiscal (droits de douanes et subventions à l'exportation, application de la TVA), etc., et que la fonction régaliennne de Défense et de Sécurité permet de justifier toutes les décisions politiques dans tous les contextes.

Ces imperfections du marché des biens liés à la Défense font que les notions même de « marché » et de « prix de marché » ne recouvrent pas les acceptions qu'elles portent ordinairement sur les marchés de biens et de services (Flamm, 1999 : 229). La relation entre Etat-client et fournisseur est enracinée dans une relation « interactive » qui piège les deux partenaires dans le cadre de la négociation mutuelle. Tout d'abord la substituabilité entre les biens destinés à la Défense est faible, et décroissante au fur et à mesure que la négociation devient prégnante. Ensuite, le « piège » de la relation interactive conduit chacune des parties à l'échange à faire face à une double asymétrie informationnelle : l'Etat-client et l'industriel ne livrent à l'autre que le contenu informationnel strictement nécessaire pour parvenir à leurs fins, la sincérité n'étant pas de mise au-delà des limites de la négociation contractuelle et de la fixation du prix. L'industriel détient un savoir-faire indispensable en matière d'ingénierie, de développement technologique et de maîtrise des coûts pour mener le projet à bonne fin. L'administration de la Défense, d'une part en tant que relais du politique et, d'autre part, à partir de ses compétences propres sur le plan technologique et tactique (la 'menace'), peut spécifier les contraintes en termes de technologie et de performances. Bien qu'alimentés par les informations délivrées par les industriels, les processus de définition du contenu des doctrines et concepts d'emploi des forces demeurent classifiés. Le comportement de l'administration incorpore l'incertitude la plus lourde de conséquences pour l'industriel, et contre laquelle il tente de se prémunir à travers le prix du service. Chacun a irréversiblement besoin de l'autre. Le couple industrie / administration se façonne avec le passage du temps, et se renforce avec l'apprentissage de la maîtrise des asymétries informationnelles.

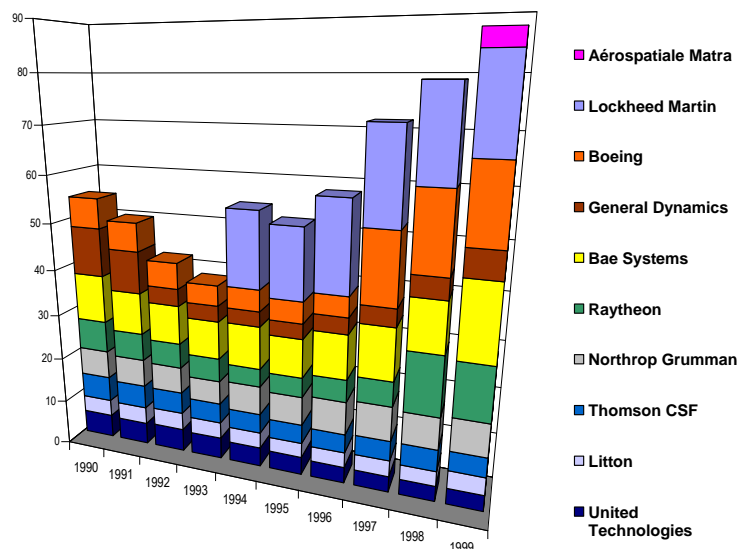
Cette situation de fait conduit à rendre inéluctables les barrières à l'entrée. La finalité du processus est de fabriquer des armes qui procurent une supériorité opérationnelle au sein d'un affrontement direct. Le caractère dissuasif de la maîtrise d'une technologie, ou de l'incorporation d'une innovation, procèdera directement de l'avantage technico-opérationnel obtenu par la recherche. Plus le processus de recherche sera long, mieux la technologie sera maîtrisée, et plus les imperfections du marché seront grandes. Les programmes de recherche et de fabrication « piègent » durablement l'Etat-client et l'industriel. Tout reconduit à la négociation du contrat, et en particulier à l'évaluation du prix du service. L'existence d'économies d'échelle importantes dues aux coûts fixes irrécouvrables et aux effets d'apprentissage sur le plan technologique ne doit pas occulter les coûts relatifs à l'organisation du travail. La longueur des séries de fabrication importe donc, mais la succession des programmes conduit à amortir les effets d'apprentissage sur plusieurs programmes. Ces remarques n'auraient pas de sens dans le cas de marchés de biens et services civils, dont le débouché est assuré sur un marché comme la théorie économique le décrit dans les manuels standards. Ici, dans le cas des marchés d'armement, le prix est fixé par une négociation entre l'acheteur et le producteur, négociation qui en outre est antérieure à la fourniture du service et à l'appréciation de sa qualité (de son efficacité, ou de la productivité réelle). Les règles de fixation du prix et de négociation ne peuvent donc ignorer les économies d'échelle relatives à l'organisation et aux effets d'apprentissage, et travailler durablement ensemble s'en trouve d'autant plus justifié. Dans la logique du complexe militaro-industriel américain, la pratique intense des contrats de type « *cost-plus* » et des règles de type « *winner takes all* » [R&D et fabrication] permettent d'étaler les coûts de recherche, développement, tests et essais (R&DTE) sur la

totalité d'un programme et, par la même occasion, de réduire l'incertitude inhérente aux programmes de recherche et d'études amont.

Le marché qui représente le débouché des entreprises de la BTID est fragmenté. Dans une étude réalisée pour la Commission européenne, Keith Hartley et David Cox (1992) concluaient que des économies substantielles ne sont possibles qu'à la condition de diminuer la fragmentation du marché. Cette justification économique existe derrière tous les arguments en faveur de la construction d'une l'Europe de l'armement. Actuellement, les politiques d'acquisition qui prévalent sont placées sous les règles de la collaboration réglementée, ce qui allonge les séries de production, donc diminue les coûts marginaux, mais augmente les coûts de la R&D et de ce qui n'est pas mutualisé. Il n'est pas certain que les coûts moyens de production aient baissé à l'issue des processus de restructurations des industries européennes de Défense. Dans l'histoire des programmes d'armement, le projet d'avion de transport militaire A400M restera comme une très belle illustration de cette question. Pour la première fois, les pays européens se sont entendus pour parvenir à un appareil commun, qui permet en outre d'assurer parfaitement la fonction d'interopérabilité indispensable aux forces. Les pays étaient tous confrontés à un choix précis : maintenir intactes certaines capacités (industrielles et militaires) nationales ou acheter sur étagère du matériel américain. En partant d'une structure civile, dont la maturation avait déjà duré quelques décennies, il était facile de contourner la fragmentation du marché pour atteindre une plus grande efficacité économique sur le contrat. En première analyse, il est déjà évident que cette recherche de l'efficacité économique ne va pas aussi loin que possible à cause du respect des règles de répartition de l'activité entre les différents pays, règles qui induisent même des surcoûts de transaction dans le processus industriel. Mais, en creusant plus loin, force est de constater que l'économicité du contrat n'est pas facile à évaluer car, une fois encore, la majeure partie des coûts fixes n'est pas prise en compte : une grande partie des coûts de R&D est déjà assumée par les programmes civils d'Airbus (la plus grande communauté possible est recherchée avec l'A380), la mise en œuvre de l'outil et de l'organisation industriels sont déjà éprouvés et rodés à travers les mêmes programmes civils. Le piège est toujours le même : l'analyse de la BTID se limite à ses coûts variables.

Dans ce contexte, l'appréciation des restructurations de l'appareil industriel lié à la Défense doit être menée avec moult précautions, justement parce que l'objectif de diminuer les distorsions et de rationaliser la production est automatiquement atteint tous les coûts autres que variables sont mal analysés. La constitution de grands groupes industriels conduit à n'avoir plus aujourd'hui que quelques acteurs crédibles sur les principaux secteurs de l'armement (graphique 2 *infra*). Pour autant, les comportements des grands groupes industriels américains (ou liés de façon dominante au marché d'équipement américain) n'ont pas suivi la même logique que les groupes européens, si tant est que ces derniers en aient déjà trouvé une.

Graphique 2 :

Les dix principaux producteurs d'armement en 1999source : *SIPRI Yearbook 2001*, p 304

En Europe, la réorganisation a suivi deux logiques : coopération et restructuration. La logique de coopération est illustrée aujourd'hui par des programmes comme l'A400M. Les firmes se rapprochent dans un premier temps par le biais de programmes : qu'il s'agisse de R&D ou de fabrication importe seulement pour connaître leur niveau d'implication ou d'intégration dans la durée. S'il s'agit de R&D, la durabilité de la coopération est plus grande. Les projets sur lesquels se caractérise une coopération peuvent être plus ou moins structurés. L'Alphajet ou le Jaguar ont existé sans structure spécifique puisque, à la suite d'un simple accord entre la France et la Grande-Bretagne, le projet s'est développé sur la base d'une répartition des tâches entre les deux pays, l'assemblage final étant dupliqué. Des programmes comme les missiles franco-allemands Milan ou Hot se sont distingués de cette logique par la structuration de ce qui touche à la vente et à l'après-vente (où interviennent les plus souvent des filiales communes ou des GIE comme Euromissiles). Les projets « semi-structurés » de ce type sont fréquents dans l'aéronautique civile, Airbus est né ainsi. A force de travailler ensemble, des synergies apparaissent qui améliorent l'efficacité et justifient d'intensifier les coopérations. A terme, des entreprises conjointes (*joint-ventures*) sont créées pour prendre en charge l'ensemble d'une activité, qui conduisent à des logiques de consolidation et de groupes industriels. Eurocopter ou Matra Marconi Space illustrent cette catégorie. La gestion de la coopération repose sur une série de facteurs (*cf.* Dussauge, 1998 : 160-1, 172-3) : organisation de la R&D et de la fabrication de sous-modules ou sous-ensembles (répartition avec mise en place d'une logique de complémentarité, ou mise en commun et donc maintien de capacités séparées), organisation de l'assemblage final (avec ou sans duplication), organisation commerciale (conjointe, répartie, ou inexistante). Les dernières années ont vu une nouvelle tendance se faire jour en Europe, avec la constitution du groupe EADS ou du pôle BAe Systems : les coopérations se caractérisent par une stabilité accrue et une intégration très forte.

Le secteur de l'armement étant particulièrement sensible aux économies d'échelle et aux effets de séries, la concentration est source de meilleures performances économiques. Les processus de restructuration sont d'abord passés par des regroupements nationaux horizontaux, avant de se diversifier plus largement puis de passer à des acquisitions transnationales. La recherche d'effets de taille explique par exemple les restructurations horizontales du secteur de l'aéronautique, aux Etats-Unis, dans les années 1990.¹⁰⁸ Michael Oden (1999 : 87) va jusqu'à indiquer que c'est le seul cas où sont apparus des gains dans le cadre de la Défense, et donne l'exemple de l'acquisition par Hughes de la division missiles de General Dynamics. Les restructurations verticales ont été motivées par d'autres stratégies d'entreprises. Le cas de Lockheed Martin, par exemple, illustre une stratégie de développement qui recherche une présence systématique sur les marchés les plus porteurs, dont en particulier l'électronique de Défense. La concentration à l'échelle nationale étant bien entamée, parfois au point de se retrouver dans une situation de monopole de fait pour chacune des grandes catégories de matériels (les « champions nationaux »), les principaux groupes ont été conduits à se restructurer par des acquisitions transnationales. C'est particulièrement vrai pour les firmes et le marché européens, beaucoup moins pour les américains. Ils ont ainsi rassemblé des activités plus hétérogènes au sein de groupes industriels plus larges, une des stratégies classiques consistant à rechercher une présence sur des marchés connexes. Ce faisant, la part du chiffre d'affaires de l'armement a évolué singulièrement au cours du temps.

La réduction de la dépendance au secteur de la Défense, qui est activement recherchée pour diversifier la production, n'est pas automatiquement une stratégie valide sur la durée, comme le traitement des données publiées par le SIPRI (*Yearbook 2001*) permet de le constater. Des groupes comme United Technologies maintiennent la proportion du chiffre d'affaires « armement » dans leur total entre 19% et 14% sur la période 1990-1999, quand dans le même temps Thalès (ex-Thomson CSF) et General Dynamics voient cette proportion diminuer fortement dans leur total (de 77% pour Thomson CSF et 96% pour GE en 1995 à respectivement 56% et 62% en 1999). Il est significatif qu'un rapprochement avec le graphique 2 ne permette pas de déceler de tendance précise pour le secteur en lui-même, et révèle surtout des logiques de groupe. Dans le cas de Boeing le bond du chiffre d'affaires de 4,2 à 14,7 G US \$ entre 1996 et 1997 permet de prendre toute la mesure du passage tout relatif de 18 à 32% de proportion 'armement' dans le total. La stratégie à long terme est clairement de faire appel aux marchés militaires pour compenser la cyclicité des activités civiles, et bénéficier des contrats de R&D de Défense. L'intense activité de lobbying se révèle particulièrement efficace dans les suites données à l'attribution du programme JSF à Lockheed Martin puisque Boeing représente une force de négociation suffisante pour obtenir des dédommagements substantiels (*cf.* le contrat de leasing sur les ravitailleurs en vol). Le cas emblématique est pour BAe Systems : d'abord passée par un désengagement du secteur « Défense » jusque dans les années 1993, sa stratégie a changé pour en faire passer le chiffre d'affaires de 36% en 1993 à près de 80% en 1999, le processus étant en passe de se durcir encore avec l'acquisition des activités électronique de Défense de Lockheed Martin en 2000. En fait de restructuration, c'est à la construction

¹⁰⁸ Lockheed a racheté la division « avions » de General Dynamics, puis Northrop a racheté Grumman, et Lockheed a repris l'ensemble Northrop-Grumman ; parallèlement, Boeing fusionnait avec McDonnell Douglas, etc.

d'un pont industriel transatlantique que l'on assiste actuellement (*sic* rapport GAO/NSIAD-00-213 de septembre 2000) : les entreprises américaines recherchent en particulier des formes d'alliance industrielle flexibles, quand les entreprises européennes s'engagent plutôt dans des logiques d'acquisition horizontale (par exemple Thalès acquérant Racal Electronics, ou réalisant une *joint-venture* avec Raytheon).

Mettre en relation le grand nombre de systèmes d'armes produits en Europe avec les niveaux d'achats publics autorisés par les contraintes budgétaires permet de comprendre que la longueur des séries produites ne peut pas s'accroître, et que les coûts de production vont demeurer élevés. Ce processus cumulé à l'échelle de tous les pays européens entraîne le maintien de surcapacités importantes et une concurrence interne entre les divers programmes pour accaparer la ressource budgétaire. Ce sont des points faibles. Ils expliquent d'ailleurs pourquoi, dès 1998, Michael Brzoska (1998 : 71-94) constatait que l'industrie de Défense européenne est « *too small to vanish, too large to flourish* ». Ce point de vue n'est pas vraiment intuitif, mais il se révèle intéressant. La segmentation des marchés est trop forte, la taille des firmes et l'aisance des budgets nationaux ne permettent plus depuis longtemps de développer des programmes militaires strictement nationaux, mais dans le même temps tous ces Etats sont encore assez « riches » pour s'offrir le luxe de structures de production redondantes dans le cadre des politiques de « juste retour ». Combinées, les compétences et les capacités de l'industrie de Défense européenne représentent un potentiel formidable. La mise en place de l'Organisme conjoint de coopération en matière d'armement (OCCAr) par la France, le Royaume-Uni, l'Italie et l'Allemagne a permis de bannir les règles de retour industriel rigide, programme par programme, pour les remplacer par la recherche d'un équilibre global et pluri-annuel. Malgré ce progrès manifeste, la notion même de « retour » n'est pas abandonnée ; dans l'attente de l'extension de l'OCCAr à d'autres pays, des surcapacités de production dispendieuses subsistent encore.

Qu'implique donc l'évolution du « I », c'est-à-dire de la sphère industrielle obéissant à ses propres contraintes, sur le « D », c'est-à-dire sur la compréhension générale de la politique de Défense ?

Dans le contexte de la globalisation économique et dans le cadre de la construction d'un grand marché intérieur européen, la question de la spécialisation des différents acteurs se pose en premier lieu. Le rôle des acteurs publics a évolué de façon évidente, à la suite de leur marge de manœuvre budgétaire. Cette situation re-conditionne largement les comportements du client / usager d'une part, de l'Etat-client d'autre part, comportements qui prescrivaient auparavant le comportement des autres acteurs de la BTID. Résumé de façon abrupte, le pouvoir et l'influence du monopsonne s'évanouissent avec le resserrement des budgets.

Qu'en reste-t-il ? C'est un vrai sujet. L'industrie se réorganise. Le jeu des acteurs doit trouver un nouvel équilibre. Dans un cadre national, une alliance industrielle ne pose pas de problème particulier, car elle ne remet pas en cause les intérêts supérieurs de la stratégie et de la diplomatie. Dans un contexte international, en revanche, une alliance peut signifier une perte de compétence et / ou un problème de sécurité des approvisionnements. Que l'on mesure simplement l'importance de ce point à travers l'exemple de la rupture des approvisionnements décidée par le gouvernement allemand pour un composant des

carburateurs poly-carburants du moteur américain destiné au char israélien Merkava, consécutive à l'évolution de la deuxième Intifada. La réponse aux problèmes de réorganisation de l'industrie doit mentionner un choix explicite entre coopération et co-opération. Les projets peu structurés illustrent ce dernier cas, alors qu'entrer dans la coopération véritable requiert d'aller plus loin et d'abandonner des tâches ou des compétences à l'autre. Les alliances vont opérer en fonction des apports spécifiques de chacune des parties à l'échange, et la spécialisation qui marque cette coopération s'explique à partir des avantages (comparatifs ou absolus) détenus par les acteurs. Le problème de la Défense se ramène donc à une question de stabilité. S'engager dans une coopération industrielle revient à sceller une alliance stratégique dont l'horizon s'établit au moins à la durée de vie des matériels, ou des compétences requises pour ceux-ci.

La véritable question qui rétroagit du « I » vers le « D » est donc simple. Doit-on considérer que le contenu du « D », *i.e.* de la politique de Défense et des orientations stratégiques générales, doit exclusivement découler de la façon dont l'industrie se structure ? Peut-on envisager un monopsonne sans le monopsonneur ?

« T » : la fin de la spécificité « Défense »

La section précédente analysait l'évolution de la BTID à partir de la dynamique industrielle, en référence à l'interaction entre les aspects macro-industriels et la politique de Défense. Cette section va entrer dans un autre niveau de détail, et se pencher sur le problème de coordination intra- et inter-organisationnelle, à partir des phénomènes d'innovation et d'apprentissage.

Le discours traditionnel sur la BTID met en évidence que la Défense est un entraîneur technologique. Les technologies mobilisées pour satisfaire aux besoins de Défense sont de plus en plus banales par rapport aux innovations qui existent dans la sphère civile. C'est un constat (Anthony 1998 : 15-6). Les technologies citées le plus souvent pour répondre aux objectifs de mobilité, de flexibilité et d'amélioration de la productivité 'opérationnelle' des forces sont les technologies de l'information, celles de l'espace et celles qui sont liées aux matériaux. Aucune d'entre elles n'est militaire par nature, leur développement est au moins aussi rapide dans le cadre du débouché civil que militaire. Le plus souvent, par le passé, le point de départ militaire a procuré l'innovation de rupture (par exemple dans le cas des technologies de l'information), le civil se chargeant des innovations incrémentales. Pour l'avenir, rien n'est moins sûr. Dans l'analyse de la BTID, force est de constater que coexistent une grande variété de « T »s. Entrer dans le réseau qui sous-tend l'activité des groupes industriels requiert de se pencher sur l'organisation de la production et de la recherche, et les transferts ou la gestion des compétences. C'est le cœur du problème. Pour coopérer ou co-opérer, industriels et militaires se doivent d'apporter en dot quelques savoir-faire. C'est le gage de la maîtrise des technologies existantes et d'une bonne programmation des charges de travail, donc de l'efficacité immédiate, mais également une des clés ouvrant la possibilité de préparer le futur convenablement.

Les compétences disponibles dans les entreprises travaillant pour la Défense sont plus élevées que dans le reste de l'industrie, conclusion induite de la structure de qualification des emplois de l'industrie de Défense par rapport au reste de l'industrie à domaine

équivalent. La proportion d'ouvriers qualifiés dans le total 'ouvriers' est plus grande dans les industries mécaniques de Défense que dans les industries mécaniques, et de façon plus générale le nombre d'ingénieurs est très important.

En France pour l'année 1995, 12% de l'emploi total de Défense¹⁰⁹ était constitué d'ingénieurs, 36% d'ouvriers qualifiés de type industriel (contre 8% d'ouvriers non qualifiés et une quantité négligeable d'ouvriers de l'artisanat). Dans l'aéronautique et le spatial, ces valeurs passent respectivement à 18% et 28% (et 1% d'ouvriers non qualifiés de type industriel) ; dans la fabrication d'armement, à respectivement à 14% et 32% (et 5% d'ouvriers non qualifiés). Il est intéressant de noter que la structure des qualifications connaît un effet de contagion des établissements travaillant directement pour la Défense vers les autres établissements d'un même groupe, ce qui représente une externalité positive pour l'ensemble de l'industrie.

Illustrons l'importance de la maîtrise de la technologie avec une étude de la *Rand corporation* (Birkler et al, 1994 : MR-456-OSD) consacrée au calendrier de production des sous-marins nucléaires d'attaque (SNA) américains. Constatant que la construction du dernier SNA de classe Los Angeles a commencé en 1991¹¹⁰, l'étude a recherché la durée maximale pendant laquelle la production pouvait être arrêtée sans perdre la compétence industrielle, et quels délais seraient nécessaires pour retrouver une compétence opérationnelle en cas d'interruption. L'étude a mis en évidence que le simple fait de cesser totalement la production entraînerait une perte de compétences humaines et organisationnelles telle que la durée de production serait allongée de 6 à 12 ans, et qu'elle augmenterait le risque industriel – ce point représentant tout simplement l'inacceptable pour un sous-marin *nucléaire*. L'étude recommandait alors de ne pas retarder la mise en chantier du troisième SNA de classe *Seawolf*, quand bien même son coût est prohibitif, car il représente tout de même une économie à l'échelle de la mise en œuvre industrielle de l'ensemble de la flotte.

Prendre pleinement la mesure de ce phénomène requiert d'entrer dans les thèmes actuels de l'économie de l'innovation et de l'économie de la connaissance. Les différentes structures socio-économiques, au niveau local, national ou au-delà, utilisent la connaissance comme un input (sous la forme de compétences) et un output (les innovations) dans le processus productif. Chaque combinaison des inputs est originale ; elle affecte les plans technologiques, organisationnels et institutionnels. Porter une attention soutenue aux questions cognitives conduit à remettre à leur juste place les problèmes d'incitation et de gestion des compétences dans l'analyse de la BTID : la chaîne de valeur qui s'y rapporte conduit à dépasser la seule appréciation de production et de mise en œuvre opérationnelle, appréciées par exemple à travers le coût total de possession que peut fournir le budgétaire, pour évaluer, dans le même temps, les règles qui gouvernent l'acquisition et la protection des connaissances et des compétences qui conduisent à la mise en œuvre d'une technologie. La « variété de l'expérience » (Loasby, 1998) permet

¹⁰⁹ Traitement sur l'ensemble des emplois (350 000) correspondant aux établissements de type 1, recensés à partir du croisement de l'enquête structure des emplois (ESE, INSEE) et de FIDGI (enquête de suivi qualité des sous-traitants de la DGA/DPM) in *Annuaire statistique de la Défense*, 2001.

¹¹⁰ Sous hypothèse d'obsolescence du premier SNA classe Los Angeles en 2006, qu'en 2013 le nombre de SNA au service actif sera inférieur aux besoins en termes de sécurité si aucun navire n'est mis en chantier, et qu'il faut 6 ans pour construire un SNA. Document disponible sur <http://www.rand.org>.

d'expliquer l'originalité de chaque firme, et sa place spécifique dans la base industrielle, à partir de la chaîne de valeur de la connaissance.

Cette démarche ne délaisse pas les questions de la gestion des processus d'information mais les élargit pour expliquer les processus de production et de spécialisation comme une forme de division de la connaissance à deux dimensions : horizontale, dans la séparation des connaissances et compétences opérationnelles, et verticale, dans la séparation entre connaissances opérationnelles, connaissances sur les principes et connaissances 'universelles'. Divisions horizontale et verticale de la connaissance démontrent dans le même temps l'interdépendance des phénomènes. Elles permettent d'expliquer pourquoi l'existence d'économies d'échelle doit se comprendre comme le résultat d'un processus de développement économique, et non comme son explication. L'efficacité de l'investissement physique est nécessairement liée à celle de la coordination des actifs, elle-même la conséquence de la coordination des connaissances. En théorie de la firme, ces hypothèses se traduisent par la focalisation des ressources cognitives sur un ensemble de compétences de base. Dans ce cadre, la firme privilégie les aspects création de ressources au détriment des aspects allocatifs. Le management stratégique des compétences (et des connaissances) suppose la maîtrise des processus d'apprentissage : *know-what*, *know-how*, *know-why*, *know-who*.

Proposer une description de la dynamique industrielle est possible à partir de l'évolution organisationnelle des connaissances (cf. DiBiaggio 1999 : 126-34 ; Cohendet et Lleréna, 1999 : 211-35). Elle se caractérise par un triptyque : spécialisation des connaissances (verticale et horizontale), reconnaissance des opportunités et mise à jour de dissonances cognitives. L'expertise permet de reconnaître les opportunités, à partir d'une appréhension du caractère opérationnel des connaissances et de leur niveau de transposabilité ; pour une application concrète, la maîtrise des connaissances complémentaires (à leur tour verticales et horizontales) sera également requise. Les phénomènes d'apprentissage sont suscités par des dissonances cognitives qui naissent de la rencontre entre le problème posé par une situation concrète et les connaissances déjà éprouvées qui ne permettent pas de le gérer. La dissonance sera d'autant plus probable que les problèmes nécessiteront la réévaluation de connaissances fonctionnelles de niveaux élevés. Dans le cadre de ce triptyque, le processus d'organisation de l'industrie évolue à partir de deux dynamiques complémentaires : la création de connaissances nouvelles et leur banalisation. L'accroissement des domaines de spécialisation, l'augmentation des relations entre acteurs spécialisés sur des domaines de niveaux fonctionnels différents, l'accélération des rythmes d'innovation favorisent l'organisation en réseaux, mais ceux-ci sont étroitement dépendants d'une logique de sécurité et de distance au noyau stratégique. La logique est ambivalente par nature, puisque les intérêts des industriels et de l'Etat doivent encore converger.

Le management des compétences de base est par définition très coûteux. Dans le secteur de l'aéronautique, la démarche de spécialisation industrielle par site a permis d'apporter une réponse qui passe par la hiérarchisation du réseau (Kechidi, 1999 : 99-120). Deux principes prévalent : le recentrage sur le métier de base, et l'application d'un principe de subsidiarité. Seul le niveau central connaît tout ce qui est nécessaire pour coordonner l'ensemble des activités ; il délègue aux niveaux décentralisés ce dont ils ont à connaître pour opérer. Incidemment, il devient donc évident que les relations de sous-traitance sont des relations de pouvoir à travers la maîtrise de l'intensité en connaissance des activités qui sont

déléguées. Ce type de gouvernance des entreprises localise les activités non stratégiques ou banalisées au niveau des sous-traitants des deuxième et troisième niveaux, et conserve en interne toutes les compétences qui conservent une valeur stratégique. Ce point peut être nuancé encore en mettant en évidence que la sous-traitance de capacité ne requerra pas les mêmes connaissances que la sous-traitance globale, quand bien même des compétences similaires seront mobilisées, puisque l'autonomie du sous-traitant sera différente. En d'autres termes, le leadership technologique de la firme sera continuellement assuré sur son domaine de compétences du fait de la délimitation d'un espace qui englobe les compétences du cœur stratégique et les ressources cognitives qui permettent de les mettre en œuvre, reléguant à l'extérieur de ce périmètre tout ce qui ne mérite pas d'attention. Cette distinction permet de retrouver la distinction qui a déjà été évoquée : bien que toute organisation crée de nouvelles connaissances dans le même temps qu'elle alloue des informations, c'est clairement la fonction de création qui est privilégiée au détriment de la fonction d'allocation.

Cette démarche permet de comprendre la structuration du tissu industriel sur le plan technologique. Le terme 'stratégique' qui a été employé ici n'est pas anodin. Il met en évidence les rapports de force durables qui existent dans la BTID, et les explique à partir des questions de coordination internes et externes aux groupes industriels. Ne pas dévoiler les connaissances déjà opérationnelles et le potentiel de création des nouvelles connaissances permet déjà, dans un premier temps, de détenir un avantage comparatif sur le marché. Cette situation crée une rente, et assure des rentabilités élevées. L'attribution d'un contrat très important sur un programme structurant comme le JSF [F-35] 'récompense' explicitement la performance sur un projet, mais inscrit aussi le groupe industriel qui gère ce contrat de R&D et de fabrication¹¹¹ dans une course en avant où il sera le mieux à même de créer des connaissances nouvelles, de réagir au retour d'expérience, et de rendre opérationnelles des compétences futures. C'est un mécanisme auto-renforçant de création d'un leadership technologique (cœur stratégique). Sur le plan opérationnel, deux avantages *absolus* sont créés. Le premier est immédiat, il a trait à l'organisation de la production (capacités). Le second est à venir, il concerne la préparation du futur (R&T). Appréhender l'analyse de la BTID à partir d'une typologie des compétences et des activités intensives en connaissance (ce que l'on désigne abusivement en analyse économique comme l'économie de la connaissance), permet donc de mesurer pleinement l'ampleur des phénomènes de concentration et de coopération décrits dans la section précédente. Cela permet également de mettre en évidence les rapports profonds entre la structure de diffusion des technologies pour l'industrie d'une part, et la structure de la Défense d'autre part. Il n'y a de continuum d'activités que pour les formes de coordination qui font évoluer compétences et connaissances stratégiques dans le giron des programmes de Défense majeurs.

Reste alors à envisager, comme dans la section précédente, la rétroaction de ces phénomènes sur le « D ». Certes la Défense est un entraîneur technologique, mais les technologies mobilisées pour satisfaire aux besoins de Défense sont aujourd'hui reliées à des fonctions qui correspondent aussi, largement, aux usages civils. La BTID de l'époque de la Guerre froide était largement autonome et ses technologies ne débouchaient

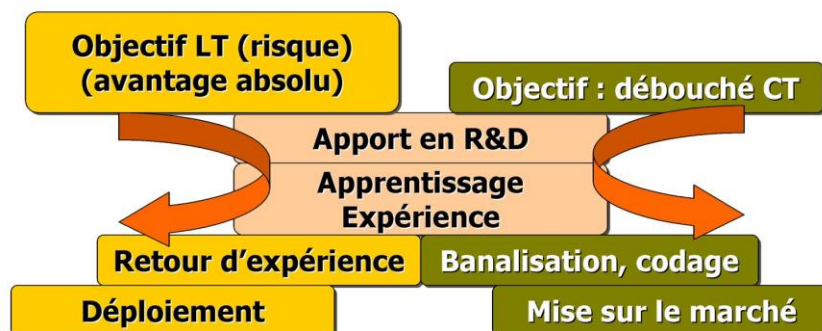
¹¹¹ Aux Etats-Unis, « *the winner takes all* ».

qu'indirectement sur des applications civiles. Aujourd'hui, les technologies communes, et les connaissances afférentes, sont nombreuses. L'intersection entre les connaissances strictement « Défense » et celles qui relèvent d'applications civiles envahit de plus en plus les premières. Dans certains cas, comme le matériel informatique, la dualité de produits existe. Pour comprendre les enjeux de cette duplicité des connaissances et des compétences, il faut raisonner à partir de deux variables : la spécificité de la demande, allant du plus spécifique à la Défense vers le plus générique (et donc susceptible de conduire à des applications ou des usages civils ou militaires), et la valeur ajoutée, allant du plus faible (quand le besoin civil n'existe pas) au plus fort (lorsque le marché civil potentiel laisse présager de forts volumes). Les technologies pour lesquelles les deux variables sont élevées sont assurées d'un débouché marchand important parce que la dualité de produits est forte.

Que définir comme stratégie pour la sauvegarde du « D » ? C'est difficile à dire en l'état : les objets de recherche les plus importants concernent tous les sujets qui contribueront de façon centrale, à un moment ou à un autre, aux fonctions de Défense. Tous les autres peuvent être externalisés. D'évidence, cette logique ne fait pas référence aux variables du paragraphe précédent, ce qui est éloquent pour répondre à la question. Au vu de la logique développée *supra*, plus la valeur est grande et plus le besoin est générique, plus une entreprise pourra travailler en prévision d'un accès au marché et d'un retour sur investissement hypothétique. Elle ne préparera pas pour autant le futur de la même façon, et aux mêmes échéances, que le feraient ceux qui en ont la charge au sein de l'administration de Défense. En raisonnant *a contrario*, l'ensemble des domaines dans lesquels une logique commerciale ne sera pas viable apparaît facilement. Cette viabilité ne peut pas non plus être comprise comme une possibilité d'achat sur étagères pur et simple, car cela signifierait que les contraintes de stratégie qui pèsent sur le « D » ont été oubliées.

A la lumière des arguments qui ont été évoqués en économie de la connaissance, la nécessité d'une interaction entre les diverses instances qui gèrent la R&D de Défense, au sein des administrations de Défense et au sein de la BTID, se traduit par un partage des compétences et connaissances. Si l'une ou l'autre des parties est placée en position de dépendance par rapport aux connaissances détenues par l'autre, elle ne pourra que subir ses choix en matière d'organisation industrielle et de préparation du futur, quelle que soit l'échéance considérée. C'est ce qu'illustre encore le graphique 4, en mettant en évidence des échéanciers temporels distincts selon la proximité des contraintes du marché.

Graphique 3 : R&T, débouché et logique industrielle



adapté de : Libicki, Martin C, 1989

La recherche d'une rentabilité par le marché suppose que les fonctions de recherche et les processus d'apprentissage soient mis au service d'une banalisation et d'un codage importants, qui permettent à l'utilisateur de tirer parti du produit ou du service. Des synergies peuvent être recherchées sur ces questions autour de la BTID, mais elles ne doivent pas faire oublier que la Défense recherche le plus souvent une innovation de rupture, ou un avantage absolu, qui se traduit par la supériorité technologique au plan opérationnel. C'est une autre logique, avec des échéanciers de programmation et de retour sur investissements plus longs. Par nature, ils ne sont pas à la portée financière et économique des acteurs non-publics, parce qu'ils engagent des ressources importantes en connaissances, en compétences et en matière budgétaire sans visibilité quant au retour sur investissement.

Restent alors à trouver les moyens d'une conciliation entre des objectifs 'stratégiques' qui reposent sur deux usages très différents des fruits de la R&D, sinon à deux statuts différents des services de recherche dans les réseaux. Le corollaire de la conclusion de la section précédente concerne alors l'animation des réseaux : comment acquérir (et conserver) un rôle structurant ? Ce point donne un contenu empirique à la rétroaction du « T » vers le « D », et conditionne la nature de la relation entre le « I » et le « D ».

« B » : quel rôle pour l'acteur public ?

Quelques alternatives majeures conditionnent l'évolution de la structure de la BTID. Cumulées, elles représentent une série de dilemmes [*a web of dilemmas* sic Brzoska (1998 : 82-3)] qui reconduisent toutes à la question ultime de la possibilité de mise en œuvre, en même temps, au niveau d'un groupe de pays, d'un grand nombre de programmes de haute technologie, et de produire les biens qui sont nécessaires à la concrétisation d'une fonction régaliennne. Chacune des alternatives *infra* requiert une réponse politique parce qu'elle implique des avantages politiques en matière d'influence dans les affaires internationales, et d'autonomie de décision dans les questions relatives à la Défense et à la Sécurité nationale. Le contenu de la BTID découle alors de l'action des gouvernements et des parlements des pays européens, et la conditionne en même temps par des engagements forts.

- Autonomie nationale en matière de Défense vs. européanisation des économies (avec une réflexion sur le périmètre de cette européanisation) ;
- Alliance militaire avec les Etats-Unis vs. identité de Défense européenne (avec une interrogation d'une part sur le niveau de l'intégration dans le système de Défense américain et, d'autre part, sur le périmètre de l'Europe concernée par cette identité de Défense, compte tenu qu'une Défense unifiée n'existera qu'avec un Etat)
- Politique d'acquisition basée sur les coûts vs. politique de secteur, apte à défendre l'emploi et à sauvegarder une forme d'aménagement du territoire puisque, très souvent, les productions de matériel destiné à la Défense se trouvent un des principaux employeurs dans leur bassin d'emploi.

Ces trois points conduisent à des formes variées de politiques publiques, dont les plus importantes conditionnent l'efficacité de la politique industrielle et peuvent être présentées ainsi :

- Politique technologique forte destinée à structurer une BTID (et se comportant comme le ferment d'un complexe militaro-industriel) vs. politique technologique de « dual-use » organisée au niveau national ou *supra*-national [européenne ?], avec toujours le problème de définir le périmètre adapté et les acteurs du processus de décision ;
- Politique de concurrence destinée à maximiser le surplus global (somme algébrique du surplus des consommateurs et des producteurs) vs. politique de concurrence destinée à maximiser le surplus des acheteurs seuls (dans nombre de cas, le surplus baisse à court terme pour les acheteurs, mais cette baisse peut être fatale en matière de « Défense ») avec, toujours, le problème de définir un cadre de contractualisation optimal pour les marchés publics ;
- Politique d'exportation des matériels militaires limitée pour des raisons stratégiques vs. inscription dans une politique totalement libre-échangiste pour des raisons économiques.

Il n'y a pas d'ordre précis pour traiter ces points et leur apporter une réponse. Le but de cette investigation n'est pas d'apporter la meilleure réponse à chacune des alternatives mentionnées, et de la traiter exhaustivement, mais d'apporter une solution qui dépasse chacune de ces querelles en imposant une cohérence d'ensemble, qui apporte une logique et montre la direction. Dans le contexte de l'Europe occidentale, la question de fond concerne l'intégration économique et politique dans l'Union européenne, et l'évolution du rôle de l'OTAN dans ce nouveau cadre. La BTID dépend de l'harmonisation des politiques d'acquisition, depuis les stratégies et tactiques militaires jusqu'aux arrangements institutionnels qui leurs donnent un « format ». En l'absence de directive précise et de projet cohérent, la BTID s'auto-organisera en fonction de ses propres contraintes de débouchés et de financement : à terme elle imposera ses propres contraintes à des gouvernements placés en position de subordonnés.

La recherche d'une cohérence d'ensemble, projet déjà ambitieux par lui-même, peut reposer sur un certain nombre de constats qui ont été présentés ici. La BTID résulte de l'interaction entre science, technologie, industrie et acheteur(s) public(s). Les entreprises de la BTID optimisent leur comportement (économique) sous des contraintes qui ne relèvent pas de l'analyse économique. Si ces contraintes évoluent trop, elles créent un

climat d'incertitude qui ne permet pas d'être efficace aux plans économiques et industriels. Certaines entreprises qui ne font pas partie de la BTID sont mobilisables dans le cadre d'une politique de sécurité ; elles ne sont pas prisonnières du monopole « Défense » et peuvent donc ajuster leurs comportements plus facilement.

La BTID sert une fonction régaliennne. Elle dépend étroitement des stratégies définies pour assurer les fonctions de Défense et / ou de Sécurité. Elle procède des orientations à long terme qui sont retenues pour ces fonctions, et des politiques publiques qui les mettent en œuvre. L'acteur public n'est *utile* à l'interaction entre industrie, science et technologie que s'il est structurant. Les contraintes qui conditionnent les anticipations et le comportement des acteurs de la BTID n'étant pas d'ordre économique, le rôle de l'acteur public est, principalement, d'assumer le risque systémique (y compris industriel).

Bibliographie

- Alibek K., 2000, *La guerre des germes*, Paris, Presses de la cité.
- Anthony I., 1998, « Politics and economics of Defence industries in a changing world » chapitre 1 in Inbar, & Zilberfarb, eds, p.1-27.
- Birkler J. & al, 1994, *The US submarine production base*, Rand corporation, référence MR-0456-OSD.
- Brozka M., 1998, « Too small to vanish, too large to flourish : dilemmas and practices of Defense industry restructuring in West European countries », chap. 4 in Inbar & Zilberfarb eds, p. 71-94.
- Cohendet P., et Llerena, P., 1999, « La conception de la firme comme processeur de connaissances », *Revue d'économie industrielle*, n°88, 2 trimestre, p. 211-236.
- Dibiaggio L., 1999, « Apprentissage, coordination et organisation de l'industrie : une perspective cognitive », *Revue d'économie industrielle*, n°88, 2 trimestre.
- Dunne J. P., 1995, « The Defense industrial base », chapitre 14 in Hartley & Sandler, eds, 1995, p. 399-430.
- Dussauge P., 1998, *L'industrie française de l'armement, Coopérations, restructurations et intégration européenne*, Paris, Economica.
- Flamm K., 1999, « Redesigning the Defense industrial base », chapitre 8 (224-49) in Markusen & Kostigan, eds 1999.
- Hartley K. & al., 1987, « The UK Defence industrial base », *Political quarterly*, vol 58, p. 62-72.
- Hartley K., & Cox P., 1992, *The costs of non-Europe in Defence procurement, Executive summary*, Bruxelles, Commission européenne, EC /DG III (mimeo).

- Hartley K., 1991, *The economics of defence policy*, London, Brassey's.
- Inbar, E., & Zilberfarb, B. (Bar Ilan Univ), eds, 1998, *The politics and economics of Defense industries*, London & Portland (OR) : Frank Cass
- International institute for strategic studies (INSS), 1996, *The military balance 1996-1997*, Oxford, Oxford University Pr.
- Kechidi M., 1996, « Coordination inter-entreprises et relations de sous-traitance : le cas d'Aérospatiale », *Revue d'économie régionale et urbaine*, n°1, p. 99-120.
- Loasby, B., 1999, *Knowledge, institutions and evolution in economics*, Graz Schumpeter lectures, London : Routledge.
- Markusen, A. R. & Kostigan, S. S. eds ; 1999, *Arming the future, a Defense for the XXIst century*, New York : Council on foreign relations press
- Mérindol, V., 2000, *Recherche de Défense et PME*, Paris : La Documentation française
- Oden M., 1999, « Cashing in, cashing out, and converting : Restructuring of the Defense industrial base in the 1990s », chapitre 3, p. 74-705 in Markusen & Kostigan, eds, 1999.
- Ratner J. & Thomas C., 1990, « The defence industrial base and foreign supply of defence goods », *Defence economics*, vol.2, p. 57-68.
- Reppy, J., 2000, *The Place of The Defense Industry in National Systems of Innovation*, Cornell University, Peaces Study Program.
- Sandler, Todd, & Hartley, Keith, 1995, *The economics of defense*, Cambridge, UK: Cambridge University Press, Cambridge surveys of economic literature

B. REI, 2005, “Defense, organisation industrielle et réseaux de connaissances”

Référence :

- VERSAILLES, David W, 2005, « Défense, organisation industrielle et réseaux de connaissances », introduction au numéro thématique de même titre, *Revue d'économie industrielle*, numéro 112, 4^{ème} trimestre, pp. 11-25.

Cet article représente l'introduction au numéro thématique de la *Revue d'économie industrielle* publié sous le même titre en 2005, sous ma responsabilité de *guest editor*.

Résumé: Cette introduction fait le point sur quelques pistes de recherche en économie de la connaissance à partir de cas tirés des évolutions récentes dans les programmes et dans les politiques de Défense. Cette introduction expose que la compréhension des activités intensives en connaissances peut être poursuivie avec l'analyse des industries liées aux fonctions de Défense. Le modèle qui prévaut dans bien des esprits demeure toujours associé à la Guerre froide et aux complexes militaro-industriels. La démarche proposée par ce numéro thématique permet de dépasser cette référence qui a maintenant perdu de sa pertinence et d'inscrire la réflexion dans l'actualité des politiques de Défense. La complexité des relations entre l'Etat, le monde de la recherche et de l'industrie apparaît de façon manifeste dans les transferts de connaissance, les effets de réseaux et les questions de gouvernance qui sous-tendent les politiques industrielles et le management de la technologie. Ce système analytique n'entend pas représenter une orthodoxie ou un corpus théorique fermé et autonome ; il vise au contraire à manifester que la Défense est un objet accessible et pertinent pour tous ceux qui travaillent sur les thèmes de l'économie de la connaissance et de l'économie industrielle.

Abstract: This introduction investigates research paths in knowledge economics on the basis on military programs and Defense-related policies. This contribution illustrates that knowledge-intensive activities may be developed further on the basis of Defense-related activities. The prevailing reference still goes too often to military-industrial complexes and the Cold War dynamics, which does not actually apply to the current situations. The complexity of relationships between the State, the industry and the world of R&D which underlie the knowledge transfers, the network effects and the governance issues associated to industrial policies and the management of technology. This analytical system does not represent any new orthodoxy, specific to the Defense issues. The special issue advocates in a way for Defense as an instance accessible to and relevant for the scholars working on knowledge economics and industrial economics.

Keywords: knowledge economics, industrial economics, Defense, military programs.

Ce numéro thématique se concentre sur des formes d'organisations industrielles qui caractérisent la Défense. Il a pour ambition d'illustrer que les outils modernes de l'analyse des organisations industrielles s'appliquent de façon pertinente aux questions relatives à la mise en œuvre des missions de Défense. Il entend exprimer aussi que les réflexions relatives aux industries de Défense contribuent à enrichir la réflexion théorique. Une première explication renvoie au secteur de la Défense comme composé d'industries « intensives en connaissances », toujours à la pointe de l'intégration de nouvelles technologies pour s'assurer de la supériorité tactique, sur le champ de bataille. Cette situation se ressent immédiatement face aux systèmes d'armes majeurs comme, par exemple, les porte-avions, les avions de chasse ou les chars de bataille, qui sont parfois utilisés pour incarner l'excellence technologique d'un pays. Le second argument repose sur les relations particulières qui existent entre l'Etat, le monde de la recherche et les industriels, situation qui singularise la Défense par la prise en compte d'impératifs stratégiques. Les caractéristiques sectorielles et nationales demeuraient assez faciles à cerner pendant la période de la Guerre froide, en particulier parce que les frontières nationales des stratégies militaires étaient régulées par la logique générale de la dissuasion nucléaire. Depuis le 11 septembre 2001, tous les Etats ont élargi de façon explicite le périmètre des décisions de Défense aux paramètres qui concourent à la fonction de Sécurité nationale, ce qui a augmenté la complexité de l'analyse des politiques publiques et de leurs conséquences (ou des pré requis) en matière industrielle.

Les relations entre l'analyse économique et les questions de Défense sont nombreuses et anciennes. Elles concernent à la fois des outils de l'analyse économique, développés pour traiter de questions de Défense et de Sécurité, et des objets particuliers comme ceux qui existent autour de la guerre ou des conflits. L'économie dite « de Défense » est née dans des considérations normatives (McGuire, 1995 : 39) sur les questions de sécurité nationale associées à l'affrontement entre les blocs de la Guerre froide, et elle continue de faire référence à des perspectives spécifiques qui rendent compte de la problématique des biens publics et de l'importance de la Défense dans les économies nationales. Dans le *Handbook of Defense economics* (Hartley et Sandler eds, 1995), les contributions à l'économie publique, à l'analyse des choix publics (*public choice economics*), à la micro et à la macroéconomie, à l'économie industrielle, à l'économie régionale et à l'économie internationale sont énumérées à travers leur actualité et l'histoire de leurs contributions normatives sur quelques 35 années. A partir des années 1990 de nombreux débats occupent la littérature scientifique et les réflexions normatives autour de la « dualité » civil/militaire. Ces éléments concernent à la fois des questions relatives à la production dans le cadre des divers programmes et aux diverses phases de la R&D : plus la R&D se trouve dans des phases « amont », plus les actions sont « duales » par nature. Au cours de cette période, la fin de l'affrontement Est-Ouest et la disparition progressive de toute menace directe ont conduit à envisager la possibilité de bénéficier des « dividendes de la paix » et de réorienter une partie des budgets de Défense vers d'autres politiques publiques. Les changements constatés depuis la fin de la Guerre froide et les réformes induites par le 11 septembre 2001 ont bouleversé tous les modèles d'analyse précédents et il convient aujourd'hui de prendre en compte l'évolution des relations entre l'Etat, le monde de la recherche et l'industrie en conservant dans la ligne de mire, sur le plan normatif, le besoin,

pour l'Etat, de conserver une forme d'influence malgré les baisses des budgets publics¹¹² de Défense.

Les articles de ce numéro thématique vont exprimer, chacun à leur manière, que les formes d'organisation industrielle représentatives du secteur de la Défense ne peuvent pas se réduire à des relations marchandes : toutes obéissent largement à des logiques hiérarchiques qui traduisent, d'une façon ou d'une autre, la subordination à la décision politique. La relation à l'Etat évolue dans le temps et selon les pays, mais elle demeure omniprésente. Les enjeux sont d'autant plus forts que la prise en compte des intérêts de chacun des acteurs, ou encore la prépondérance de la R&D pour satisfaire les fonctions de Défense et de Sécurité, impliquent une projection de tous les raisonnements sur une échelle de temps à très long terme, dans lesquels les actifs incorporels occupent la place majeure. La conjonction de la subordination à l'Etat et de l'application des lois de la concurrence se traduit donc par une situation où les organisations industrielles de la Défense alternent entre exclusion et obéissance aux lois du marché. La notion de système est bien plus pertinente pour approcher le sujet, parce qu'elle permet de prendre en compte les logiques de réseau qui sont sous-jacentes aux mécanismes de transfert des actifs incorporels. Leur élaboration suppose des mécanismes de transfert et de conversion des connaissances de chaque acteur, qu'il soit industriel, chercheur ou encore représentant de l'Etat dans sa double fonction de donneur d'ordre (qui décide de la politique de Défense et paie les programmes à partir du budget de l'Etat) et d'usager (le soldat qui remplit la mission et transmet son expérience opérationnelle). La complexité du système augmente avec la complexité de la mission à réussir.

Des illustrations d'activités hautement intensives en connaissances empruntées à la Défense peuvent se trouver dans tous les pays, à toutes les époques. Ces références demeurent trop nombreuses et trop diverses pour établir des références univoques. D'une façon ou d'une autre, tous les programmes d'armement peuvent être mobilisés pour les réflexions en matière d'économie de la connaissance et d'économie industrielle, à la condition que les informations deviennent disponibles pour le grand public. Dans de nombreux cas, la protection des données relatives à l'utilisation des technologies ou aux matériels rend difficile certains développements analytiques tant que le caractère critique de ces technologies demeure, ou tant que les matériels sont en service. Ainsi de l'analyse des programmes Mirage IV, par exemple, qui devient possible avec de très nombreux détails au moment où l'avion et ses sous-systèmes sont retirés du service actif. Pour d'autres programmes et pour d'autres interactions, les données accessibles au public sont partielles et, donc, peuvent induire des interprétations abusives ou erronées. Chaque fois que le voile se lève sur des pans de la Défense, le scientifique peut s'emparer de l'objet concret pour confronter les diverses théories à la réalité du terrain. Peu importe d'ailleurs que les travaux de recherche en analyse économique appliquée à la Défense demeurent à

¹¹² Dans les pays qui ont fait le choix de développer un outil de Défense, le budget public qui y est consacré demeure encore important malgré les réductions de format qui ont suivi la fin de la Guerre froide. Dans le cadre du modèle d'armées défini pour la France, le budget de la Défense est le deuxième budget de l'Etat après celui de l'Education nationale (le troisième si l'on tient compte du service de la dette) et le premier par les investissements. Aux Etats-Unis la place du budget associé aux fonctions de Sécurité et de Défense est difficile à appréhender car de nombreux ministères fédéraux abritent ces masses budgétaires mais, pris en termes bruts, le Pentagone est la source de plus de la moitié des dépenses fédérales de R&D.

des niveaux agrégés (budgétaires ou macro-économiques) ou requièrent des niveaux de détail plus importants pour permettre de détailler, par exemple, les questions de management de la technologie ou d'économie de la connaissance. Parler de « faits stylisés » associés à la Défense relève donc d'une forme de gageure.

Ce numéro thématique se propose de développer quelques pistes de recherche en matière d'économie de la connaissance à partir de cas tirés des évolutions récentes dans les programmes et dans les politiques de Défense. Pour autant, ces articles ne font pas système. Ils ne représentent pas un ensemble exhaustif d'outils au service de la compréhension des industries intensives en connaissance ou des industries liées aux fonctions de Défense. Ils partent simplement de l'hypothèse que la Défense et les programmes industriels qui s'y rapportent sont accessibles, en tant qu'objet, aux outils ordinaires¹¹³ de l'analyse économique. La problématique des réseaux, les questions de gouvernance, les sujets de politique industrielle ou technologique demeurent au cœur des enjeux de la stratégie militaire par l'intermédiaire de l'organisation industrielle relative aux fabrications ou à la R&D.

Le modèle qui prévaut encore dans bien des esprits demeure associé à la Guerre froide et aux complexes militaro-industriels qui y ont structuré le tissu industriel dans des interactions stables et des missions pérennes. Mesurer l'ampleur du décalage avec la situation actuelle suppose que cette introduction décrive l'environnement dont les organisations industrielles actuelles ont hérité et qu'elles tentent, par leurs actions, de transformer et d'adapter avec plus ou moins de facilités. Poser le clivage entre le présent et le passé ne peut pas s'opérer d'une façon abrupte car chaque Etat, chaque secteur industriel en relation avec la Défense, chacun des acteurs internationaux interagissant avec les acteurs de la Défense gère sa propre transition avec des vitesses d'ajustement et des contraintes propres. Cette situation sera détaillée dans la suite de cette introduction, qui décrira, successivement, la dynamique industrielle propre à la vie des programmes d'armement puis explicitera les enjeux associés aux interactions et échanges sur les actifs incorporels en général et, plus particulièrement, aux réseaux de connaissances. Cette révolution dans les organisations de Défense intervient dans un cadre où l'internationalisation est omniprésente dans les débats d'action publique. L'impact direct sur les mécanismes de gouvernance des organisations industrielles et des interfaces entre les différents acteurs peut d'autant moins être ignoré que l'ensemble des restructurations induites par les contraintes de rentabilité et de survie des firmes, d'une part, et les possibilités d'influence des Etats sur les programmes d'armement, d'autre part, s'en trouvent affectés.

L'origine de l'organisation industrielle de la Défense : le complexe militaro-industriel

Le côté hermétique associé à la protection du secret de la Défense est toujours mentionné en première analyse comme un élément central pour extraire la Défense des relations de marché. Les diverses conséquences de cette confidentialité ont conduit à mettre des

¹¹³ D'où la difficulté sémantique, facile à travailler en anglais, où se contredisent les termes de *Defence economics* et *Economics of Defence*. (cf. Schmidt 1987).

frontières autour des acteurs qui étaient habilités à en connaître. La montée en puissance de l'économie de Défense pendant la Guerre froide a d'autant plus joué sur ces arguments que la mise en place des arsenaux nucléaires, puis la course aux armements, requerraient cette opacité envers ceux qui n'étaient pas des alliés. L'analyse prend en compte ce qui est visible et le chercheur se laisse abuser par ce qui ne se voit pas directement.

C'est sur cette base que sont caractérisés les complexes militaro-industriels (CMI). Lorsque le Président américain Eisenhower utilise le terme pour la première fois dans son discours de fin de mandat (17 janvier 1961), il fait référence à la collusion entre militaires et industriels qui conduit à mettre en œuvre des programmes qui ne sont pas justifiés au regard de la politique de Défense. Il insiste d'ailleurs sur le rôle central de toutes les activités de R&D, qui se révèlent de plus en plus complexes et impliquent des nouveaux modes de gouvernance pour que l'Etat conserve la main sur le processus. Le concept de complexe militaro-industriel est repris ensuite par la science politique. Il renvoie à un réseau très fermé de co-décision de l'action publique qui confine à la collusion. Sociologues (par exemple Lieberman 1971) et économistes (par exemple Dunne 1995) se sont ensuite emparés du terme pour lui donner un contenu qui dépasse la problématique initiale et entre dans l'analyse économique des choix publics. Le concept s'affadit alors, identifie surtout une frontière qui sépare les acteurs du complexe du reste du monde et se trouve mobilisé par de nombreux raisonnements scientifiques (par exemple en management de la technologie). C'est ainsi que la problématique des réseaux dépasse les questions de collusion prises au sens strict pour entrer dans l'analyse de toutes les interactions. Dans un premier temps la littérature scientifique ne mobilise pas les concepts de connaissance pour traiter des questions de Défense, mais les raisonnements autour de la Défense comme entraîneur technologique dans un certain nombre de domaines, puis comme « suiveur » qui réutilise les technologies au titre des mécanismes divers et variés de la dualité, peuvent facilement être écrits en ces termes.

Il est déjà intéressant de remarquer que les questions d'économie industrielle soulevées par la Défense sont abordées le plus souvent à partir de l'analyse des programmes d'armement. C'est déjà le cas avec les développements relatifs aux complexes militaro-industriels, et cette démarche va s'accentuer ensuite. La référence à la complexité des relations au sein des réseaux entre l'Etat, le monde de la recherche et l'industrie apparaît de plus en plus clairement. Les programmes d'armement représentent même un exemple particulièrement efficace de systèmes complexes, composés de nombreux sous-systèmes couvrant des domaines technologiques très variés, tous intensifs en connaissances, assortis d'un coût assez élevé. Les développements sur les CoPS (par exemple Hobday 1998) ont d'abord émergé de l'analyse des programmes d'armement. Les avions d'armes, les porte-avions ou les sous-marins posent à la fois la question du nombre de sous-systèmes, de l'ampleur des connaissances requises pour la résolution des problèmes technologiques et théoriques, de la variété des connaissances et des compétences requises par les processus de résolution des problèmes. Ces questions peuvent même être développées à la seule échelle d'un seul sous-système particulier, comme l'illustre l'analyse des réacteurs et moteurs de l'aéronautique par Prencipe (2000). La logique de systèmes complexes caractérise la difficulté de l'exercice de coordination et de gestion de l'incertitude. Les générations de technologies sont imbriquées dans les sous-systèmes et les transferts de connaissances qui les accompagnent doivent prendre en compte les contraintes de définition des missions en

même temps que les risques sont régulés selon la maturité des technologies (Prencipe, Davies, Hobday, 2005).

Par un saut à la fois chronologique et conceptuel, la comparaison entre les complexes militaro-industriels et les CoPS permet de souligner l'importance des réseaux d'acteurs dans l'analyse de la Défense. Déjà dans le discours d'Eisenhower ou dans les travaux de Lieberman en sociologie apparaissaient les questions d'influence et de collusion entre les divers groupes qui existaient dans les processus de prise de décision pour les programmes et les budgets de Défense. La notion de complexe militaro-industriel ne mobilise pas les concepts associés aux réseaux de connaissances. Elle fait un détour par l'analyse économique des choix publics avant de se révéler, à l'usage, totalement compatible avec les développements les plus récents que peuvent représenter, par exemple, les CoPS. Deux corpus théoriques très différents, le management de l'innovation pour les CoPS et l'analyse des choix publics pour les complexes militaro-industriels, conduisent à poser les mêmes questions autour de la relation entre l'Etat, le monde de la recherche et l'industrie. Dans les deux cas, des relations étroites et totalement imbriquées entre les divers acteurs se retrouvent. Reste à définir qui détient les droits décisionnels au sein de ces réseaux, une question que la problématique des complexes militaro-industriels abordait déjà de façon explicite et qui demeure, presque inchangée, dans le cadre des réseaux de connaissance : les droits décisionnels sont-ils associés à ceux qui détiennent les connaissances ou, inversement, les connaissances doivent-elles aller vers ceux qui prennent les décisions ? Les questions qui doivent être traitées alors ne sont pas analysées de la même façon selon que la question se pose à l'échelle de chaque programme d'armement ou au niveau d'un acteur de synthèse, maître d'ouvrage, maître d'œuvre industriel ou intégrateur de système.

Les explications fondées sur les complexes militaro-industriels représentent l'origine de la prise en compte des spécificités des organisations industrielles de la Défense, entre marché et sujétion à l'autorité de l'Etat. Elles abordent pour la première fois l'étude des interactions entre les différents acteurs de l'Etat, de l'industrie et de la recherche et paraissent manifestement compatibles avec les raisonnements relatifs aux transferts de connaissance. A l'usage, ces explications se révèlent trop frustrées pour faire face au niveau accru de complexité qui existe depuis la fin de la Guerre froide. Une analyse en termes de systèmes complexes, de réseaux et de transferts de connaissances semble plus adaptée et procure des outils assez riches pour rendre compte de l'ensemble des contraintes qui existent au sein des interactions entre les acteurs de la Défense. Les raisonnements procurés par les logiques associées aux complexes militaro-industriels ne permettent pas d'obtenir le niveau de finesse et de détail suffisant pour permettre d'entrer dans les logiques de tous ces acteurs puis, ensuite, de décoder leurs stratégies de moyen et long termes. Les interactions entre acteurs, la dynamique des intentions, des stratégies et des projets doivent être interprétés à partir de flux de connaissances et de construction de compétences au sein de réseaux. L'interaction repose pour l'essentiel sur l'acquisition de connaissances nouvelles et sur la mobilisation de compétences complémentaires au niveau d'un programme particulier, l'essentiel portant sur des échanges de connaissances tacites. Ces divers outils sont mobilisés dans les articles présents dans ce numéro thématique.

Dynamique industrielle de la Défense

Les relations entre les divers acteurs qui contribuent aux programmes de Défense sont structurées par des imperfections qui explicitent que les notions mêmes de « marché » et de « prix de marché » ne recouvrent pas les acceptions qu'elles portent ordinairement sur les marchés de biens et de services (Flamm, 1999 : 229). Par nature, les matériels militaires sont destinés à l'exercice de la force armée, monopole des Etats qui justifie leur situation de monopsonne, acheteur unique (ou quasiment) face à certain nombre de fournisseurs. La « demande » envers les fournisseurs de biens à usage militaire n'est pas homogène. Il n'est pas possible d'amalgamer les biens à double usage, ou à forte dualité d'usage, avec les biens spécifiquement militaires par destination. La dynamique des relations entre les industriels et l'acheteur étatique entraîne un contrôle explicite de l'Etat sur la dynamique industrielle, qui structure le côté « offre » de la relation. Le contrôle est durable (*cf.* Versailles, 2003 : 17 *sq.*). D'une part, il repose sur le rôle de client et d'usager de l'Etat, qui paie les structures de production, les programmes de recherches, les infrastructures et la mise en œuvre de capacités de production qui sont la conséquence directe du débouché qui a été prescrit au fournisseur. Cette logique affecte autant les productions destinées aux marchés nationaux que celles qui touchent les exportations éventuelles, à cause du caractère plus ou moins stratégique de ces dernières, et de l'interaction forte avec une politique étrangère relative aux autres Etats clients. D'autre part, le contrôle renvoie aux diverses actions régulatrices de l'Etat qui amalgament le joueur avec celui qui définit les règles du jeu sur le plan réglementaire (code des marchés publics, modalités contractuelles, règles de gouvernance des firmes), industriel (subventions diverses, règles applicables en matière de propriété intellectuelle) et fiscal (droits de douanes, subventions à l'exportation, application de la TVA). La fonction régaliennne de Sécurité et de Défense permet de justifier toutes les décisions politiques dans tous les contextes.

La relation entre l'Etat client et les fournisseurs piège les partenaires dans une relation interactive qui évolue, très rapidement, vers des formes de négociation mutuelle. Ce piège conduit chacune des parties dans une double asymétrie informationnelle, chaque acteur ne livrant à l'autre que les éléments strictement nécessaires pour parvenir à leurs fins communes. L'industriel négocie sur la base de son savoir-faire industriel, incontournable en matière d'ingénierie, de développement et d'intégration des diverses technologies, de maîtrise des coûts. De son côté, l'administration de la Défense évalue *in fine* les performances requises pour prendre en compte les menaces dans le cadre de concepts d'emploi qui sont indissociables de la stratégie militaire générale. L'interaction se traduit alors par une forme de négociation très ambiguë où les prix traduisent tout à la fois la rémunération du « service » et le dédommagement des coûts fixes irrécouvrables associés à la R&D. La situation est d'autant plus complexe que, pour tous les aspects relatifs à des applications « peu duales » et, en particulier, pour les systèmes majeurs, le prix est fixé en amont sous forme de négociations bilatérales qui trouvent place à chaque phase majeure de la R&D ou des tranches de la production (production initiale ou remise à niveau, ie « retrofit »). Même la notion d'économies d'échelle demeure difficile à apprécier. La longueur des séries de fabrication importe mais, en réalité, la succession des programmes d'armement et les diverses mises à jour technologiques conduisent à « amortir » les investissements en R&D sur des séries très courtes (effets de variété) quand l'apprentissage organisationnel affecte des durées assez longues et un très grand nombre d'acteurs.

L'analyse devient vite inextricable parce que les coûts indirects sont prépondérants à tous les niveaux.

Entrer plus avant dans l'analyse suppose donc de regarder en détail la vie d'un programme d'armement, en particulier lorsqu'il concerne des systèmes majeurs comme les porte-avions ou les sous-marins nucléaires, les avions d'armes, les chars de bataille ou encore les systèmes de commandement et de communication qui relient toutes ces plates-formes entre elles. Les programmes s'enchaînent sur des durées très longues, avec des enchevêtrements de phases de R&D et de production, de remise à niveau de sous-systèmes anciens sur des programmes qui n'en finissent plus de durer. Les cycles de vie pris en compte pour les matériels de la Défense ne sont pas faciles à manipuler avec les outils ordinaires : si l'on répercute sur le porte-avion nucléaire français Charles-de-Gaulle les durées de service du Foch ou du Clemenceau, porte-avions à propulsion classique, son retrait de service actif interviendra au plus tôt dans les années 2050. Le programme a été décidé en 1980, lancé en 1986, et les essais à la mer avaient débuté en 2000. La phase de vie opérationnelle se trouve aisément délimitée par des décisions administratives, mais il demeure impossible de cerner la durée spécifique de la phase de R&D d'un tel programme car elle empiète sur les remises à niveau des autres matériels majeurs et d'autres nombreux sous-systèmes. Les considérations dynamiques d'apprentissage local deviennent incontournables vu le nombre des acteurs qui interagissent sur la durée de vie d'un programme d'armement. Les questions relatives au maintien des compétences supposent que les programmes de R&D vivent une continuité et que l'expérience se transmette d'individus à individus. Cette lecture renforce la nécessité de traiter les dynamiques complexes relatives aux transferts de connaissances et de compétences, y compris dans leurs dimensions organisationnelles.

Le problème fondamental toujours sous-jacents aux relations entre l'industriel et l'Etat peut être illustré à partir d'une étude américaine (Birkler et al, 1994 ; commentée in Versailles 2003 : 27). La *Rand corporation* a tenté d'y modéliser la durée maximale pendant laquelle la production de sous-marins nucléaires d'attaque pouvait être arrêtée sans perdre la compétence industrielle associée, et quels délais seraient nécessaires pour retrouver une compétence opérationnelle en cas d'interruption. L'étude a mis en évidence que le simple fait de cesser totalement la production entraînerait une perte humaine et organisationnelle telle que la durée de la production serait allongée de 6 à 12 ans après la reprise des activités, sans pouvoir toutefois mesurer le risque industriel associé et la fiabilité du premier exemplaire produit à l'issue. Ce point représente une option difficilement acceptable vu les missions remplies par un sous-marin nucléaire d'attaque et compte tenu des risques associés à la propulsion nucléaire. A la charnière entre deux générations de matériels, l'étude recommandait alors de ne pas retarder la mise en chantier du troisième sous-marin de la nouvelle classe *Seawolf*, quand bien même son coût demeurait très élevé, car il représentait tout de même une économie à l'échelle de la mise en œuvre industrielle de l'ensemble de la flotte.¹¹⁴ Un tel raisonnement conduit à mettre en évidence l'importance des mécanismes associés aux réseaux de connaissances, mais en même temps elle souligne que les décisions qui y sont prises par les acteurs publics

¹¹⁴ Le SSN-21 *Seawolf* devait devenir le premier d'une série de 29 sous-marins nucléaires d'attaque, mais seulement trois ont été produits (SSN-22 *Connecticut* et SSN-23 *Jimmy Carter*) puis le programme a été abandonné en deux phases. Le *Jimmy Carter* devient le premier bâtiment d'une nouvelle « classe » de sous-marins voués à de nouvelles missions. Cf. <http://www.globalsecurity.org>

obéissent à des règles qui échappent aux modèles de la décision économique. Le coût de la mise en chantier du sous-marin supplémentaire permet d'arbitrer dans l'utilisation (intertemporelle) des ressources budgétaires, mais la préservation des compétences et des connaissances permettant de le mettre en œuvre relève d'une véritable décision stratégique en relation avec le caractère critique de la mission.

Aujourd'hui, dans le cadre de contraintes budgétaires toujours plus pesantes et dans le contexte d'une interaction toujours plus forte avec les partenaires industriels, les spécificités de la Défense renvoient encore les décisions importantes au vieux dilemme qui oppose les considérations économiques aux problèmes de sécurité (Markusen & Costigan, 1999 : 409). La référence aux mécanismes de marché doit être manipulée avec précaution. Les solutions technologiques associées aux programmes d'armement sont d'abord reliées à des préoccupations stratégiques où les aspects économiques ne représentent qu'une des nombreuses contraintes du programme de décision. La rationalité qui prévaut dans les choix technologiques associés aux programmes d'armement conduit à privilégier des critères qui ne font pas une référence exclusive aux mécanismes marchands et prennent en compte, en particulier, la supériorité opérationnelle sur le champ de bataille, les logiques de sécurité d'approvisionnement ou d'autonomie technologique, l'interopérabilité avec les forces alliées dans le cadre de coalitions au périmètre variable. En plus des questions économiques, les programmes de décision incorporent des considérations stratégiques très larges qui doivent être appréciées sur des échelles de temps homogènes avec l'enchaînement des générations de matériels, et donc avec la durée de vie des programmes d'armement.

Organisation industrielle et réseaux de connaissances

Les travaux pionniers d'Argyris et Schön expliquaient (1978) que la capacité d'innovation dépend de la capacité des organisations à introduire un pont entre les formes de connaissances individuelles et collectives. Cette démarche conduisait à opposer la connaissance et les processus d'apprentissage développés par les individus au rôle crucial des organisations, limité à l'articulation et à l'amplification des processus d'apprentissage à un niveau collectif. Avec les travaux de Nonaka dans les années 1990, le processus d'innovation apparaît comme le résultat de la prise en compte des divers modes de conversion et de socialisation des connaissances tacites et explicites au sein de la dynamique organisationnelle. Sans se positionner de façon contradictoire avec ces contributions théoriques, ce numéro thématique entend développer une analyse des interactions entre les agents économiques qui « possèdent » et ceux qui « pratiquent » les connaissances, pour reprendre les termes d'Amin et Cohendet (2004 : xiii-xiv). Il semble difficile de ne pas faire référence aux diverses communautés d'acteurs pour prendre en compte les logiques nouvelles de structuration des réseaux, de développement et de maintien des connaissances au sein la Défense, mais le cœur du problème réside bien dans la capitalisation et dans le transfert des connaissances entre les divers acteurs en présence.

C'est un point sur lequel Dibiaggio (1999 : 17 ; 133) insiste explicitement : le lien permanent entre connaissance et interaction repose sur un principe de non-séparabilité entre l'individu et le collectif qui structure les activités comportementales et cognitives des individus dans un processus réflexif. La complémentarité entre les acteurs repose sur la

référence conjointe à des situations types, à des expériences communes qui sont matérialisées par la somme des programmes antérieurs. Dans le même temps, le niveau fonctionnel des connaissances est ordonné par rapport à un problème spécifique qui requiert une solution mobilisant les diverses compétences de chacun des contributeurs. Les deux références à l'apprentissage et aux phénomènes de réseau se conjuguent alors pour permettre l'émergence des solutions à travers l'interaction, faisant ici du réseau le résultat du processus de création de connaissance et, dans le même temps, son point de départ. Le réseau devient alors le réceptacle d'une forme de connaissance sociale (*cf.* Boland, 2003 : 279-84) ou le point de départ d'un phénomène d'institutionnalisation (Agassi, 1975).

Le problème organisationnel relève d'une question de structuration prenant en compte la nécessité de maîtriser des connaissances appartenant à des champs sur lesquels chacun des acteurs se trouve spécialisé. Les capacités d'identification des connaissances pertinentes pour en faire un système cohérent ou, encore, les capacités d'absorption de chaque acteur au sein d'un projet commun représentent le cœur même de la problématique des programmes d'armement. Leur niveau de complexité augmente en fonction de la diversité des connaissances à maîtriser. Comme le développait Dibiaggio (1999 : 133) le projet commun repose d'abord sur la capacité à faire émerger une organisation des connaissances, mais la nécessité de recourir à une analyse en termes de complémentarités horizontales et verticales ne permet pas aujourd'hui d'aller au bout de l'analyse dans le cas de la diversité des acteurs présents dans les programmes de Défense. C'est cet écueil analytique que les articles de ce numéro thématique se proposent de dépasser, en proposant diverses options et divers éclairages qui tiennent compte de la présence des asymétries qui existent au sein du triptyque entre l'Etat, le monde de la recherche et l'industrie.

En matière de programmes d'armements, il apparaît très vite que les logiques d'adoption d'une technologie ne dépendent pas directement de la taille du réseau, puisque le « client » unique est prescripteur de la mission qui doit être réussie et qu'il valide la solution concrète qui y concourt à l'échelle de la durée de vie de la mission et / ou du programme. La prise en compte des externalités positives de réseau, où la satisfaction des agents augmente avec l'adoption de technologies compatibles par les autres participants au réseau, ne s'applique pas à la Défense en tant qu'usager puisque les modalités des usages sont dictés et prescrits au « réseau » des militaires par leur employeur. La logique même de satisfaction des usagers ne porte pas en matière de Défense la pertinence qu'elle revêt pour expliciter la diffusion des technologies vers un public civil sur un marché concurrentiel. Usagers et prescripteurs se confondent peut-être, comme l'argumentent Cohendet *et al.* (2003), sur un marché commercial concurrentiel où chaque client calcule (au sens du calcul économique) son avantage à utiliser une technologie. Ces deux logiques doivent être dissociées en matière de Défense, même dans le cadre de la dualité des usages. Au niveau d'un Etat spécifique, plus la dualité d'usage est forte, plus la décision en matière technologique sera reliée au nombre¹¹⁵ des usagers potentiels. Dans tous les cas, la criticité de la mission qui doit être remplie sera considérée mais elle ne prévaudra seule que dans les cas où l'Etat est seul usager et seul financeur. Même dans ce cas, cela ne signifie pas que la notion d'externalité positive de réseau disparaisse des raisonnements. Elle demeure

¹¹⁵ Les programmes tels que Galileo caractérisés par une forte dualité d'usages doivent être appréhendés de façon distincte. Dans le programme Galileo, la Défense ne finance pas le programme et dépend donc des autres usagers qui détiennent les droits décisionnels et, donc, prescrivent les diverses spécifications.

pertinente, par exemple pour les questions de compatibilité et d'interopérabilité entre les systèmes d'armes qui sont mis en œuvre au niveau des coalitions internationales ou pour comprendre la « domination » des marchés d'armement pour ceux qui visent une logique commerciale (par exemple associée à la conquête des marchés export).

Les articles de ce numéro thématique proposent quatre éclairages distincts illustrant ce que l'économie industrielle peut apporter, aujourd'hui, à la compréhension des industries intensives en connaissance. A partir de programmes similaires, à partir des interactions entre les représentants étatiques, les acteurs de la R&D (académique ou industrielle) et les firmes (nationales ou internationales, grands groupes industriels ou PME/PMI), ces articles n'épuisent pas le sujet, mais développent des grilles de lecture complémentaires centrées sur l'articulation du management de la technologie autour des transferts de connaissances. Ces approches portent de façon concrète sur des programmes ou des politiques publiques relatives à la Défense. Chacune des grilles d'analyse proposées ici demeure autonome. Kira Fabrizio et David Mowery présentent une analyse longitudinale du complexe militaro-industriel américain sous le prisme crucial des nouvelles technologies de l'information. Valérie Mérindol pose le problème de la cohérence entre des analyses en termes de *lead user* et de maître d'ouvrage pour aborder le rôle de l'Etat dans le triptyque Etat – recherche – industrie. Arman Avadikian et Patrick Cohendet abordent la question spécifique des relations spécifiques entre économie de marché et économie de la connaissance. David W. Versailles traite de l'évolution de la fonction de maître industriel et de son pouvoir structurant vis-à-vis des autres acteurs industriels.

Chaque article illustre de façon spécifique la dynamique complexe qui aboutit à la formation des réseaux d'acteurs et des réseaux de connaissances, et prend en compte la question du rapport au marché dans le cadre d'une logique marchande particulière. L'évolution des domaines de spécialisation de chaque acteur, les rythmes de l'innovation spécifiques à chaque sous-ensemble de technologies mobilisé par les programmes d'armement ou par les réseaux d'acteurs, l'augmentation des relations entre des acteurs spécialisés sur des domaines de niveaux fonctionnels différents au sein des programmes favorisent le travail en réseau. A la frontière entre relations de marché et asymétries hiérarchiques, la création de connaissances au sein du réseau conduit toujours à faire émerger de l'interaction des contraintes et des opportunités nouvelles. La dynamique industrielle s'explique de façon endogène, dans les quatre articles qui suivent, par la combinaison de la coordination et de l'apprentissage.

Internationalisation des questions d'économie industrielle propres à la Défense

Le contexte de l'analyse se trouve aujourd'hui encore plus délicat à manipuler à cause de l'explosion des frontières et des zones de références pour les enjeux de Défense et de Sécurité. C'est au niveau national que se trouvait auparavant la base industrielle et technologique permettant de donner une cohérence à la politique de Défense. Les bouleversements géostratégiques et économiques ont modifié la situation. Ils ont redessiné de nouvelles alliances dans un contexte de réduction des budgets qui oblige à regarder en face un certain nombre d'options politiques qui ne sont pas toutes faciles à évaluer. Ainsi de la stabilité des alliances militaires (par exemple avec les Etats-Unis dans le cadre de

l'OTAN) qui pose des questions insondables aux pays attachés à l'idée européenne qui avaient choisi de s'abriter sous le parapluie stratégique et conventionnel de l'OTAN. Ainsi des démarches associées à la construction de l'Europe de la Défense et de l'Europe de l'armement, qui ne vont pas sans poser des questions associées à la spécialisation de chacun des acteurs dans les contributions capacitaires et/ou technologiques apportées au(x) réseau(x). Ainsi des problèmes de cohérence, pour chacun d'eux, entre les contributions aux réseaux de R&D, de production, de décision, puisque ces niveaux n'offrent pas les mêmes marges de manœuvre. Ainsi des restructurations industrielles opérées en Europe et du désengagement des Etats du capital des anciens arsenaux et des « champions » nationaux de la production d'armes. Ainsi des méthodes qui permettent de converger vers l'agrégation au sein d'un réseau plus ou moins structuré, plus ou moins structurant. Ainsi de la définition des politiques publiques qui vont mettre en œuvre chacune des dispositions associées à cette convergence sous une forme compatible avec les différents agendas politiques.

Ces difficultés permettent de mesurer combien les interactions entre les acteurs de la Défense dépendent de l'évolution des structures de gouvernance entre les représentants de l'Etat, de la recherche et de l'industrie, et la conditionnent également. Tous les Etats producteurs d'armement ont lancé des réformes de leurs outils industriels ; tous ces pays ont aussi fait évoluer les modèles de l'interaction entre les acteurs concernés. Toutes les entreprises, quelle que soit leur taille, sont engagées de leur côté dans des réformes qui visent à répondre au même objectif de préservation des compétences. A leur niveau, cela se traduit par des parts de marché et par un besoin de maintien ou de développement de la rentabilité de court terme, qui permet de demeurer compétitif et d'autofinancer la R&D. Ces processus se traduisent aussi, au niveau des entreprises, par un processus de course à la taille critique et de partenariats internationaux qui correspond aux logiques de mise en place des coalitions entre Etats. L'internationalisation des entreprises de Défense doit être prise en compte comme un fait, qui introduit de nouveaux réseaux de partenaires. Cette démarche doit toutefois être nuancée car il importe de trouver, au niveau de chaque programme industriel, de chaque coalition entre Etats ou de chaque alliance industrielle, les termes de la compatibilité entre les stratégies de chacun. Pour chaque pays, aujourd'hui, l'enjeu consiste à adapter au nouveau contexte les structures de production et de diffusion des connaissances et des compétences développées du temps de la Guerre froide.

En guise de conclusion...

Ce numéro thématique espère convaincre que les pistes de recherche ouvertes en matière d'analyse des organisations industrielles et d'économie de la connaissance peuvent bénéficier d'un examen des politiques industrielles relatives à la Défense et, en particulier, d'un travail sur les programmes d'armement. Ces derniers supposent une organisation qui emprunte à des domaines technologiques très variés, tous intensifs en connaissances, associés à des coûts élevés. La complexité des relations entre l'Etat, le monde de la recherche et l'industrie y apparaît de façon manifeste. Elle pose le problème de la coordination à la frontière entre le marché et d'autres formes organisationnelles enracinées dans une asymétrie hiérarchique où Etat et industrie partagent prérogatives et influence. Le système analytique n'est pas fermé : il mobilise transferts de connaissances, effets de

réseaux et questions de gouvernance au service de la compréhension des politiques industrielles et du management de la technologie.

Ces articles illustrent la variété des formes et des clivages qui peuvent se mettre au service de la compréhension des organisations industrielles à partir des réseaux de connaissances. Loin d'être le point de départ d'une nouvelle orthodoxie ou d'un corpus théorique autonome, ce numéro thématique contribue à montrer que la Défense se trouve directement accessible aux outils les plus récents de l'économie industrielle. Dans le même temps, il livre une nouvelle fois les programmes d'armement en tant qu'objet à tous ceux qui travaillent sur ces thèmes et espère convaincre de l'intérêt d'investigations détaillées sur les politiques de Défense.

Bibliographie

- Agassi, J (1975), « Institutional individualism », *British journal of sociology*, vol 26, pp 144-155.
- Amin A. & Cohendet P. (2001), *Architectures of knowledge : firms ; capabilities, and communities*, New York : Oxford University Press.
- Argyris, C., & Schön, D. (1978) *Organizational learning: A theory of action perspective*, Reading, Mass: Addison Wesley
- Boland, L. (2003), *The foundations of economic method, A Popperian approach*. 2nd edition, London: Routledge.
- Birkler, J. et al. (1994), *The US submarine production base*, Santa Monica (CA) : Rand corporation, reference MR-0456-OSD.
- Cohendet, P., Kirman A., Zimmermann J.-B. (2003), « Emergence, formation et dynamique des réseaux ; Modèles de la morphogénèse », *Revue d'économie industrielle*, n°103, 2^{ème} et 3^{ème} trimestres, pp 15-42.
- Dibiaggio, L. (1999a), « Introduction », chapitre 1 pp 11-22 in *Economie de la connaissance*, numéro spécial de la *Revue d'économie industrielle*, 2^{ème} trimestre
- Dibiaggio, L. (1999b), « Apprentissage, coordination et organisation de l'industrie : une perspective cognitive », chapitre 6 pp 137-52 in *Economie de la connaissance*, numéro spécial de la *Revue d'économie industrielle*, 2^{ème} trimestre
- Dunne, J. P. (1995), "The Defense industrial base", chapitre 14 in Hartley & Sandler, eds (1995), pp 399-430
- Eisenhower, D. D. (1961) "Military industrial complex speech", 17 janvier 1961, disponible sur <http://coursesa.matrix.msu.edu/~hst306/documents/industr.html> consulté le 2 décembre 2005
- Flamm, K., 1999, « Redesigning the Defense industrial base », chapitre 8, pp 224-49 in Markusen, A. R., & Costigan S. S., eds; 1999, *Arming the future, A defense industry for the 21st century*, New York: Council on foreign relations books
- Hartley, K, & Sandler T., 1995, "Introduction: Handbook of Defense economics", chapitre 1 in Hartley, Sandler, eds, 1995, pp 1-11
- Hartley, K., & Sandler T. (eds), 1995, *Handbook of Defense economics*, Amsterdam: Elsevier
- Hobday, M. (1998), "Product complexity, innovation and industrial organization", *Research policy*, vol 26, pp 689-710
- Kirman, A. (1998), « Economies with interacting agents », in Cohendet, P., Lleréna, P., Stahn H., Umbhauer G., (1998), *The economics of networks*, Berlin: Springer Verlag

- Lieberson, S. (1971), "An empirical study of military-industrial linkages", *American journal of sociology*, vol 76: pp 562-84.
- Markusen, A. R., & Costingan S. S., 1999, "Policy choices in arming the future", chapitre 15 in Markusen, A. R., & Costingan S. S., eds; 1999, *Arming the future, A defense industry for the 21st century*, New York: Council on foreign relations books
- McGuire, M. C. (1995), "Defense economics and international security", chapitre 2 in Hartley & Sandler, eds (1995), pp 13-45
- Prencipe, A. (2000), « Breadth and depth of technological capabilities in CoPS : the case of the aircraft engine control system », *Research policy*, vol 29, pp 895-911
- Prencipe, A., Davies, A., Hobday, M., eds (2005), *The business of systems integration*, New York: Oxford university press
- Schmidt, C, 1987, "Peace and war economics in retrospect: some reflections on the historical background of Defence economics", chapitre 2 in Schmidt, C. & Blackaby F., eds; 1987, *Peace, Defence and Economic analysis*, London: Macmillan Press
- Versailles (2003), « Le concept de base industrielle et technologique de Défense : époques, approches, acteurs », chapitre 1, pp 9-36, in Versailles D., Mérindol V., Cardot P., 2003, *Recherche et technologie : enjeux de puissance*, Paris : Economica

C. IAMOT, 2006: “Sector-based vs. National-based explanations of the triptych Government / Industry / Academic research in Defense-related R&D...”, co-auteur Valérie Mérindol

Référence :

- MÉRINDOL, Valérie, et David W VERSAILLES, 2006, « Sector-based vs. National-based explanations of the triptych Government / Industry / Academic research in Defense-related R&D projects. Instances from France, the UK and the USA, chapitre 10 in M. H. SHERIF & T. M. KHALIL, eds; *Management of technology, New directions in technology management*, Amsterdam: Elsevier.

RÉSUMÉ: Ce chapitre considère la pertinence des explications de la spécificité de l'innovation de Défense qui se fondent sur les notions de systèmes nationaux et sectoriels. Il développe une comparaison de la situation en France, au Royaume-Uni et aux Etats-Unis. Il se réfère aux outils de l'économie de la connaissance pour développer une analyse des évolutions intervenues dans le domaine de la Défense depuis la fin de la Guerre Froide. Nous soulignons les apports des approches en termes d'échanges de connaissance et mettons en évidence les caractéristiques des connaissances et des compétences qui singularisent les acteurs de la Défense dans chacun des trois pays au niveau de l'innovation de Défense. Nous concluons que les différences entre les notions de systèmes nationaux et sectoriels s'estompent progressivement au point que les deux concepts ne se singularisent plus par rapport à la réalité des politiques publiques et des acteurs. Les deux explications se confondent progressivement.

ABSTRACT: Considering the amounts dedicated to weapons acquisition and considering their relative importance in the budget of any country sustaining its own armed forces, this contribution points out the relevance of the opposition between national and sectoral systems of innovation. We stress that their management can benefit from the appraisal of knowledge related issues. Huge reforms have affected Defense-related R&D in the last decades; France, the UK and the USA are compared and contrasted in this article. We stress that the explanation can benefit from the appraisal of knowledge exchanges. We focus first on the importance of the evolution of knowledge and expertise boundaries among the actors committed to Defence technological innovation, and on the public / private or public / public interactions. The second part refers to new tools in network analysis. We conclude that international and sectoral invariants in the Defense R&D now greatly overlap each other: the originality of national-based and sector-based explanations now fades away and both explanations merge together.

KEYWORDS: national system of innovation, sectoral system, knowledge transfers, military R&D.

For decades, the actors associated to the decision processes making stabilized their relations in the general framework of the military industrial complexes. This system can be featured as a web of interactions enclosed in stable relations where the ministries of Defence played a leading role due to their threefold situation: unique client (monopsony), resource allocator (discretionary budget), industrial operator (State owned Defence related industries). The downsizing of military budgets at the end of the Cold War era and the tremendous rise in equipment costs have led to challenge the leading position of the States in the management of the Defence/Security related issues. The answers provided in People working on the elaboration of Defense/Security policies and programmes are truly 'knowledge workers' in the sense of Drucker (1993). As he suggested the main challenge relates to the capacity to build up the practices for managing a self-transformation, abandon obsolete knowledge and the related practices and learn to create new paths to innovate and improve knowledge productivity. This challenge dominates the management of R&D for the time-being, the agenda becoming highly difficult for the ones working at the same time under the constraints of a technologically-intensive environment and with the pressure of the return on investment logic related to the commercial markets. This double phenomenon explains why the industry and the administration do live at different speeds. The industry committed to Defence programmes has got wide latitude to amend the R&D projects because a great part of the budget is self-financed. Interactions in the economic process are now exemplifying an open network of actors where the government's influence is diluted. At least in Europe, the military has lost against the other administrations the main part of his own ability to orientate the paths for R&D in accordance with the reflections on potential treatments of threats. Today in Europe, this open network gathers non-coordinated national states with European industrial companies following their own strategies. Discoveries result from a complicated arrangement of a market process and of non-market institutional features (Romer, 1993).

Considering the amounts dedicated to weapons acquisition and considering their relative importance in the budget of any country sustaining its own armed forces, we want to point out the relevance of the opposition between national and sectoral systems of innovation in order to grasp the specificities of Defense-related issues, and stress that their management can benefit from the appraisal of knowledge related issues. Huge reforms have affected Defense-related organizations in the last decades yet all policy objectives cannot be compared in the various countries. France has not modified the basics of its general strategy yet several organizational reforms have affected the MoD and, more specifically its Procurement and R&D agency (called DGA). The USA have heavily cut in the Defense budgets and in the format of the services but the main outline of the military-industrial complex still holds. The UK have sharply reorganized the MoD in the recent past. The most spectacular decision relates to the privatization of the MoD Defense and Research agency DERA into a public Laboratory (DSTL) and a private company called QinetiQ. All actors now experience new relationships to fulfil their various tasks. France, the UK and the USA still devote an important part of their national budget to Defense and the reform processes do not endorse the same options. It is worth comparing the reform processes introduced in these countries in order to assess the recent evolutions.

We follow the lines of Kline and Rosenberg (1986)'s dispute of a 'linear' view of innovation processes, and portray technology policies as a nexus of feedback loops

involving scientific, technological and design activities, engineering, research and practice. When analysing these interactions in the scope of knowledge-building, it becomes possible to polish the study of the governance of innovation processes by taking into account the tacit parts of knowledge-production. The issue of governance has become central because the borderline between civilian and military activities, between public and private sectors portrays very loose dichotomies. At first glance, these characteristics may give the impression that our contribution about innovation takes place on the basis of organizational and individual skills, while we are explicitly concerned with *knowledge*. The economic agents in the R&D process all feed their decision in the field of procurement, schedule, optimal level of (public) expenses, industrial policies through network activities overlapping the military and civilian sectors. Therefore the opposition arises between national and sector-based systems of innovation. Appraising uncertainty and the distribution of risk is inherent to project management, an activity that cannot be handled in specific ways for the military and the civilian. We want to stress that project management goes now beyond the problem of risk and uncertainty: knowledge-production processes make it possible to refine the appreciation of governance in the field of innovation and technology policies. This paper will focus on networking around these policies. We make the point that ‘knowledge engineers’ (as Nonaka coins them, for instance 1995: 49-50) play a key role as facilitators of knowledge creation, coping dynamically with both the assets and the skills of all actors to the national systems related to the production of Defense/Security programs. Yet in making the point that ‘experts’ play a major role both in the industrial process and in policymaking, we still need to point out the dynamics related to the skills and assets in the industry and in the administration.

The analysis carried out through this contribution builds upon the notion of localized technological knowledge and suggests that the exchange of technological knowledge is not a spontaneous process. The theme has been developed several times (Antonelli 2003; Guilhon 2001; DiBiaggio 1999) and relates to the literature dedicated to quasi-markets for technological knowledge. The emergence of markets for knowledge results from a complex institutional process with a strong collective character. Management of knowledge depends on individual behaviors embedded in organizational constraints and in socio-economic contexts (Rooney and al., 2003:12; 13). Knowledge can be grasped at both the individual and collective levels. At the micro level, knowledge is rooted in a trial and error process (Boland, 2003; Popper, 1972) confronting individuals through reception and diffusion instances. At the collective level, the main problem relates to the elaboration of the language and of the paradigms necessary for living and behaving efficiently together. Collectively, creation and diffusion of knowledge imply to take into account three dimensions: time (history), space and institutional interactions. This amalgam between the knower and his environment is a reality and has to be taken into account to interpret the “architecture” of knowledge inside a national and regional dimension.

The acquisition of external knowledge and its recombination with internal R&D activities is affected by the broad evolution of the general context of the technological markets. Defense-related technologies depend on knowledge blocks the specialization of which favors the blooming of knowledge markets. Consistently with the current literature on knowledge management, it happens that the analysis has to pervade first cognitive and

institutional context (the cognitive logic?) of the situation giving birth to the results of innovation.

Our arguments will address first the new organization of the triptych State – Science – Industry and will second characterize the industrial organization between the State and the industry. The first part of this communication will focus on the importance of the evolution of knowledge and expertise frontiers between the actors committed to Defense innovation. Specifically we address the new specificities held by Defense-related activities: military-industrial complexes, borderlines between public-private, public-public and private-public realms of intervention. The second part of this communication will refer to new tools in network analysis. This makes possible the confrontation between the relevance of national-based and sector-based explanations of Defense innovation. An examination of knowledge processes will be developed in this paper and we will conclude that international and sectoral invariants in the Defense R&D now greatly recover each other. The originality of national-based and sector-based explanation of Defense now fades away.

Knowledge-production frontiers and the triptych State-Science-Industry

Elaborating complex arms systems rests on a continuous interaction between the administration, the industry and scientists. This interaction takes place from the earliest stages of the research and development phases on, because the actors to the process all occur to master knowledge and series of data necessary to the elaboration of complex programs: technical knowledge, operational knowledge, financial data, program management, etc. Technological innovations are generated and introduced into the programs in building upon the variety of competencies and the localized sets of knowledge making the originality of each participant to the program (Antonelli, 2003). The generation and introduction of such innovations appear therefore as the result of complex alliances among different groups of agents valorizing local complementarities and knowledge convergence. The alliances always rest on a triptych of actors, shaped broadly by the conditions of the various technological markets representing a value chain specifically related to instrumental knowledge and activities. The main issue deals with the various possibilities of gaining access to the information and knowledge mastered by the actors in the triptych (Pollock, 2002; Barzelay and Thompson, 2001), and with the frontiers of the knowledge produced and managed by each and every agent in the triptych.

Defense sector specificities: recurrent and new features

Elaborating a complex program requires knowledge and data which are not only present inside firms and networks of firms but pervade the whole system, including clients, suppliers, and partners (Heraud & Cohendet, 2001). The frontier between their knowledge sets becomes therefore difficult to grasp – if it is possible to identify it in some way. Interdependence arises from the dissemination of heterogeneous knowledge among the actors, and the complementarities provide the alliance with a consistency supporting the emergence of new technological assets. External knowledge is an important input in the process of producing new knowledge, it contributes to the articulation of the alliance as a

result of transaction between agents. Market transactions play only a trivial / partial role in the understanding of such a phenomenon. As Antonelli (2003) points out, knowledge interactions remain much more relevant, because they convey a variety of actors and institutions who represent all branches of the triptych administration/industry/science.

The traditional economic literature on the issue invokes the existence of costs of exclusion. Knowledge and information are deeply embedded in the various positions of the triptych; their production and transmission being not managed at the level of the whole group, but rather in bilateral relations. Here arises exclusion, and it endorses the traditional forms of intellectual property rights. Exactly in the same way it works on 'normal' commercial markets, monopolistic control of relevant bits of knowledge can not only prevent from uncontrolled leakage (and hence the dissemination of knowledge) but also preclude further recombination of the alliances. This makes the notion of exchange slightly more complicated, because the reasons, the content and the context of the exchange differ within each (bilateral) interaction. These imbrications lead to potential competition between the participants to the triptych, and hence to voluntary restriction in the knowledge transferred. This framework reveals clearly that the counterpart to the costs of exclusion lies precisely in the duplication expenses (in turn generating a social cost). Complementarity of knowledge features very soon another problem: its indivisibility. Altogether, these arguments contribute to explain why alliances have become now so stable in the various Defense/Security-related technological areas after the reorganization held in the 1990s both in the USA and in Europe.

Let exemplify the complexity of the current administration / industry / science triptych in raising the role that the French national office dedicated to the development of research in the aeronautic sector (ONERA) plays in the industrial process: it works at the same time as an expert for evaluation on behalf of the French MoD and as an independent research institute cooperating with the private industrial firms in the development of the programs (Mérindol, 2005). The issue of positioning ONERA inside the French innovation system relates directly to the position of its expertise in the process of elaborating aeronautic programs. The ambiguity arises when setting up the very same ONERA expertise as constitutive of actions led at the same time by private and public interests which happen to evolve sometimes inconsistently one with each other. In the USA, military laboratories represent the pool of expertise enabling the Department of Defense (DoD) to direct and prescribe the technological options in the armament programs, and they represent at the same time a duplication of the capacities present in the industry (Gansler 1995). If some inconsistency is to occur, it does not take place inside the Pentagon as is the case which ONERA, but inside the military-industrial complex broadly stated.

These elements characterize the Defense sector since its analysis has been implemented. These conclusions still hold even now, when Defense altogether fades and enlarges into Security. The role of production and transmission of knowledge in structuring the relations between users, industry and science in the triptych cannot be considered as specific to the Defense sector. This is a common feature to all knowledge-intensive sectors. The only specificity of the Defense-related areas (production, research, etc) lies in the specific role of the State because of the monopoly of the exercise of the armed force. The State is therefore the only client of military technological programs, even though the broader concept of Security makes it possible to enlarge the appreciation of the so-called Defense

monopsony. This evolution tends to extend the notion of public good and to increase the interest for the development of a specific research about the nature of the collective action mobilized by the dynamic of innovation (Romer, 1993). At the same time, even if the notion of 'public good' holds in the realm of Defense/security issues (non-rivalry, non-excludability), its 'purity' (sic) fades with the transformation of the concept from Defense into security. Defense represents one of the very few instances of pure public goods, because the clause of indivisibility applies more than in any other field.

To some extent, the appropriation of security by the ones (individuals, firms) benefiting from the services can occur, and therefore non-excludability and the collective character of consumption might help differentiating it from the various functions of Defense and Security. 'Purity' of the public goods relates to the characters of their collective consumption, and it is difficult to conceive an individual appropriation of Defense services as such. When dealing with Security as an extension of Defense in the realms that it did not pervade before in the economy and in the society, it becomes compulsory to invoke that the recent evolution of the various threats and constraints has induced an evolution of the position of the State in the innovation process: obviously new 'global' responsibilities, new intervention modes in the economy, new competencies are now required. But the main difference shows off when differentiating between the services associated in every day life for the individuals and the firms: as a part of a global strategy, the interactions inside the triptych proceed from a pure public good (as much as Defense and Security) whereas the services associated to the implementation of security do not.

The interactions between the State and the other actors to Defense-related R&D arise in the process of the constitution of the elements (mainly knowledge) required to build up the basics for a strategy.

New interaction between public and private actors and national answers.

Broadly stated, the evolution of the frontiers between the private and public sectors are induced by the reduction of Defense budgets and the repositioning of the ministries in charge of Defense among the institutions. It brings onto surface that the major problems this paper deals with result from the reforms brought into the national systems of innovation since the beginning of the 1990ies. The expertise of the State as a user is now put under question. The privatization of UK Defense evaluation and research agency (DERA) has shaped the "internal" pool of expertise of the Ministry of Defense (MoD) in a very different way as it has been separated into two organizations: the MoD agency called DSTL (Defense science and technology laboratories) and the private company QinetiQ. The issue about expertise relates to the fact that DSTL now comprises only 25% of the R&D personnel of the former DERA. The separation of DERA into DSTL and QinetiQ has been justified by the insufficient knowledge and technology transfers from DERA to the industry, and especially to the first level contractors in the programs (James & al, 2003). This situation contrasts sharply with the US organization, where the Pentagon retains a wide variety of scientific and technological competencies in the military labs. In the USA, the efforts to streamline are borne by the industry. This illustrates that the frontier between public and private sectors does not show the same picture in all countries, yet a specific separation always exists between the actions prepared for the public and private interests.

Three major arguments make it possible to apprehend the public-private separation. They refer to the new importance of the production of knowledge and information in the emergence of innovation and in the economic process (Petit 1999: 43-6). The situation is related to major changes which appeared during the 1990s in the Defense area. The consequences of these changes in the international context have led to a different appreciation of the relations inside the triptych State/science/industry. Let us elaborate on some points to explain this evolution.

- The first point relates to the emergence and diffusion of the information and communication technologies (ICT). Obviously these make things easier when focusing on the diffusion of information and knowledge, but this phenomenon does not affect deeply the problem of the appropriation of knowledge. New organizational paths using the ICT are needed, setting up the conditions of a better and sooner mobilization of a greater amount of knowledge and data. This means the development of appropriation abilities that are better suited to the new technologies. The nature of competencies, the organizational paths, the communication ways have to follow consistently. As a user of military goods, the State has to think the problem along the continuity of the interactions with science and industry. In the various countries, ICT use varies greatly. In the USA, ICT use by the acquisition services of the *DoD* happens to be one of the true results of the acquisition reform, with the constitution of many technical and financial data bases, shared by the public and private actors (Lebowitz, 2000; Chinworth, 2000). In the United Kingdom, ICT use is still limited inside the *MoD*, remaining insufficient for the moment according to the National Audit Council (NAO, 2002).
- The second point deals with the rise in the qualifications in the industry, whatever the sector. In the Defense-related industries, as in other knowledge-intensive sectors, these abilities are essential because they represent a condition necessary to take advantage of the innovations and of the new technology opportunities (DiBiaggio 1999). In the Defense sectors, this phenomenon reveals also that the partnerships between the State, the world of the scientists and the industry has evolved because all individuals have achieved higher standards. What are the required competencies? How to generate them? How to use and coordinate all of this in the elaboration of armaments industrial programs? This issue is central to inquire the coordination between public and private actors: the intensification of the relationships between the industry and the military depends directly on the technical and commercial expertise the public agents will be able to demonstrate on behalf of the user [the State] (Merindol 2003).
- The third point is concerned with the increase in globalization (?) which has modified the scale (scope?) and strategy of the actors. It shapes the problems of knowledge production along new structures. The activities of the State must therefore adapt if maintaining the ability to master and re-use knowledge and data holds as a goal in the definition of the strategy. Internationalization of R&D makes the management of knowledge and data more strategic and more complex, because the relationships take place inside open networks. Having there the data available makes it possible to evaluate the weaknesses and forces of the national innovation system and, as a consequence, identify the challenges to remain efficient in the

course of technology R&D and product innovation. Determination of the appropriate sectors requires a deep knowledge of markets and technology. This situation not only makes obvious the importance of firms and industrial groups in the triptych, it does also suggest that these are in the best place to bring together the needs and the underlying technologies (Metcalf & Georgiou 1998). Just because their activities are organized and coordinated at an international level, industrial groups are in a position where grasping the uses and opportunities of the technologies is possible, and efficient. This is the reason why the traditional border line between private and public sectors becomes loose.

What appeared as a general tendency for the Defense sector fades away because each country makes up now a specific position for the borderline between public and private responsibilities. Even the very notion of responsibility does not entail the same content in the various countries considered when dealing with public and private actors. Numerous instances can be raised. The Foresight Science & Technology actions developed in the UK and in the USA around the military rely on a narrow collaboration between private and public actors, who are mobilized both in the public decision processes and in the coordination of public policies. The industry now plays a crucial role in making up the policy related to military R&D processes (Mérindol, 2003). In particular, in such a period of important public reforms, incentives have become really high for the industry to collaborate with the administration aiming at promoting new public actions on one side, new public and private behaviors on the other one. The US and UK reforms in Defense acquisition policy show that the collaboration with the industry is now considered as the best way for the State-user to learn the practices consistent for managing complex systems facing an instable socio-economic context (Chinworth, 2000). The French situation contrasts sharply because the public-private partnerships are somehow limited (Mérindol, 2005). The culture and habits prevailing inside the French administration are based on a concept of strong internal public expertise for policymaking. This situation mainly explains why the French administration is reluctant to collaborate with the private actors to define new public actions.

Knowledge-based explanations of Defense innovation networks

National-based explanations contribute to Defense-related innovation

The most important element considering the Defense industrial base relates to the end of the so-called monopsonies. The USA remains the only country where a military industrial complex works within a stable framework of relations between State-science-industry. In fact, this complex can be considered as an emanation of the Pentagon: there is no such thing as a necessity to coordinate through specific actors because the *DoD* plays its part as a user and as a partner in the industrial policies mainly through the federal budgets.

This situation clearly diverges from the one existing in the European countries, where civil ministries are in charge of this kind of intervention in the economy. As a consequence, European industrial groups have to use and invent innovative organizational ways to

interact with the States still retaining sovereignty capacities such as France or the UK. The problem comes from the budget, because these States cannot afford the armaments as easily as they used to do it in the past, and are now akin to sacrifice the preparation of long-run investments in order to appropriate the acquisition budgets in the short-run. The situation becomes only difficult for the States if their acquisition strategy avoids deliberate “of the shelves” appropriation. Symmetrically, this situation becomes uneasy for the industry because companies rely on governments for orders. If the governments only want to afford “of the shelves” components, the industry will not be able to generate the benefits and returns allowing for R&D and new products. They will have to connect to the networks of the US military-industrial complex that remains the only source of important R&D budgets. Firms, whatever their size and technological niche on the market, need to finance R&D investments and want to account returns on investments.

Over the last decade there have been several new concepts emphasizing the systemic characteristics of innovation. Defense-related activities used to relate easily to the concept of national system, but this concept is not easy to manage and to handle in an analytical framework. The concept has evolved, as it is described by Lundvall *et al.* (2002): its logic passed from a combination of production-related arguments towards the relationships contributing to competence building. Even though some points evoked here can be endorsed, the reasons for the relevance of the concept in Defense-related innovation do not seem to be those mentioned by Lundvall *et al.* (2002). In Defense-related frameworks such a reference seems easy, actually, because Defense and Security relate systematically to national strategies. How is it then possible to discriminate between national-based references and sector-based specifications? It could be argued that both logics rejoin: considering of Defense specificities, the main point seems to root in the close relationship between R&D, competence building and production.

Lundvall *et al.* (*cf.* 2002: 214) refer to the impact on innovation of a specific combination of economic policy, economic interdependence, and economic change. Considering Defense R&D or innovation in respect to both parts of the arguments, the necessity of the reference to national systems might be disputed. On the one hand, the clear link to a main national authority, namely the ministry of Defense, seems at first glance easy to grasp because of the various macroscopic elements driving the innovation process related to Defense and Security. On the other hand, according to the authors, this concept has been raised in the theory in order to depict the systems made up to overcome the extreme division of the policy institutions and policy analysts committed to the public decision processes, and therefore providing innovation policies with a specific consistency at a national level. In such a sovereignty area as Defense, the usefulness of the concept ‘national system’ might be loose in comparison with the other realms of its application, which at least conflicts the authors’ explanation. Any State around the world being committed to Defense and Security functions, the reference to a national system of innovation might not surprise, because of the need of a specific national consistency. In reality, a paradox arises here because the reference to national-based explanation of Defense R&D seems tautological or at least trivial.

One who wants to move into this paradox needs in reality to link together three different points. First, institutions are to be focused on as organizations committed to the promotion of science and technology, and therefore shaping innovative activities. Second, bottom-up

flows of information from the end-user to the producer introduce in Defense-related areas asymmetrical linkages as a consequence of the double status of State and monopsony. Third, even though commercial home markets might be open, Defense-related markets always remain relatively closed and protected. Long-run interactive learning and a multi-lateral system of trust relationships represent true prerequisites in order to develop and maintain the Defense industrial base with respect to the length of the Defense programs. At first glance, and in reference to the arguments developed by Lundvall et al (2002) themselves, a close analysis of both the structure of the system (the outputs and the related competences) and of the institutional set-up (interaction between production, innovation, learning and rationality of the agents) make Defense a dedicated case enforcing the notion of national system of innovation.

The transformation of Defense innovation : the sector-based explanations

Deepening the analysis of Defense-related R&D makes it compulsory to investigate the details of learning and competence building, because the various people representing the State in its different functions need to cover efficiently all required parts (Versailles, 2005). As pointed out by Lundvall et al. (2002: 224-5), it has become most important to address the various components of the new context coined out as 'learning economy': speed of learning, new forms of co-operation and competition, new forms of governance. Not only do networks as such become the object of economic analysis (as referred to by Lundvall and al, 2002 : 224-5), but they have also become a tool intended to deepen the understanding of interactions. Here the arguments in favor of the concept national system of innovation join the results provided by the sociology of social networks, grasping some social elements related to the innovation processes around a legitimate national mobilization of efforts and a coordinated policy effort. Is this truly different from a sector-based system? In Malerba words (2002: 247), "a sectoral system has a specific knowledge base, technologies, input and demand". Defense-related activities (for instance the DIB) perfectly correspond to that concept either. Fact is that a sectoral analysis (or a sector-based demonstration) mainly refers to the role of non-firms organizations, to knowledge and learning processes, to the wide range of relations among agents, and to the transformations of the sectors in the various respects of their boundaries, of their actors, of their products and of their structure(s). Despite the fact that Defense-related activities entail a broad heterogeneity in experience and competencies, the cognitive and organizational analysis makes it obvious that the various actors exhibit convergent and consistent aspects for both the public and private actors to the sector. This holds for the three main processes raised by the evolutionary approach to innovation (Malerba, 2002: 249): variety creation, replication and selection.

Here the main point making the national-based and sector-based interpretations convergent comes up. The sector based analysis does insist on the fact that learning, behavior and capabilities are 'bounded' by the technology, the knowledge base and the institutional context in which all these heterogeneous agents act and react. Dealing with Defense-related activities, this embedded-ness relates to the way institutional settings emerge from the interaction between public and private actors in charge of Defense programs. Public-public interaction refers to the relationships between the various servants in charge of

representing the functions of final user, of program specifications writer, of regulator making up the various aspects of industrial and public policy. Private-public interaction refers to the ways the industry negotiates and adapts to the specifications and regulations edicted by the administration. It also evokes the different propositions made up by the industry in order to confront successfully to the invitations to tender. The embedded-ness originates in the interactions evocated here between public and private organizations; they all make up the conditions of emergence of a similar range of learning patterns, behavior and organizational forms. According to Malerba, a sectoral system roots in five building blocks: knowledge base and learning processes; basic technologies, inputs and demand with key links and dynamic complementarities; type and structure of interactions between firms and non-firms organizations; institutions; processes of generation of variety and of selection (Malerba, 2002: 251). Dealing with Defense RDTE, the clue lies in the fact that the international invariances across countries in Defense-related innovation patterns, which are constitutive of the sector-based description, cover exactly the boundaries of the related national systems.

How is it then to be decided between the characterizations of Defense RDTE as a national-based and a sectoral-based system? Malerba (2002: 255) argues that firms are the key actors in sector-based systems because they focus on users and suppliers, the role of the users being 'extremely important' in several sectors. Defense-related innovation can be characterized by close relationships between supply and demand, knowledge and competencies interacting in various ways. The embedded-ness of the various (public and private) actors makes obvious that the state is at least as much a key actor as the 1st level contractor in the Defense-related industrial process. Public actors occur to contribute as much to the patterns of innovation as the firms and the very same cognitive and organizational process makes up the patterns of the sector-based and national-based characterization.

Conclusion

Inquiring knowledge production becomes a way suited to grasp the relationships inside the triptych State – Science – Industry, which reveals the necessary overlapping of the expertise domains. Up to a certain point, such an overlapping could be interpreted under the light of complementarities between the (knowledge-) assets involved, or could sketch the enumeration of the specialized technological inputs to a productive system.

Our point in this contribution was to exemplify that the production and management of knowledge in Defense-related areas relates now to a more complex social distribution than it did earlier in the framework of military industrial complexes. Places where the relevant knowledge is created are multiplying and this very situation makes the reference to a sector-based or national-based reference highly difficult. Fact is that the aspects usually associated to both concepts are fading away because of the specificities of Defense activities: international invariants relating to the sector and the national originalities recover now greatly each other. Defense-related activities are then exposed to larger competition and ministries of Defense are now obliged to intervene as the other actors in the networks dedicated to R&D.

Bibliography

- Antonelli C. (2003). *The economics of innovation, new technologies and structural change*. Routledge, London.
- Barzelay M. and Thompson F. (2001). How acquisition workforce adds value. *Acquisition Review Quartely*, winter, 31-44.
- Boland. L. (2003). *The foundations of economic method, A Popperian approach*. 2nd edition, Routledge, London.
- Chinworth M.W (2000). Acquisition Reform in the United States : Assessing change. *Defense Analysis*,. **16** (2), 165-184.
- Cohendet P., Kirman A. and Zimmermann J. B. (2003). Emergence, formation et dynamique des réseaux. Modèles de la morphogénèse. *Revue d'économie industrielle*, 103 (2èmes et 3èmes trimestres), 15-42.
- Conseil général pour l'armement (2002). *Rapport d'activités 2000-2001*, ministère de la Défense, France.
- DiBiaggio L. (edited by) (1999). Economie de la connaissance. *Revue d'économie industrielle*, 2em trimestre.
- Dunne J.P. (1995). The defense industrial Base. in *Handbook of Defense economics*. (K. Hartley and T. Sandler ed.), Handbook in economics **12**, vol. 1, 399-456.
- Drucker P.F. (1993). *Innovation and entrepreneurship : practice and principles*. Harper Collins,
- Gansler, J. (1995). *Defense conversion, transforming the arsenal of democracy*. Cambridge Univ Press.
- Guilhon B. (2001). *Technology and markets for knowledge*. Kluwer academic press, Boston.
- Héraud J .A. and Cohendet P., (2001). *Etude comparative entre le processus de diffusion de l'innovation issue des projets militaires et le processus de diffusion issue des projets civils*. Research project financed by the French Defense Minister (unpublished).
- James A. D., Cox D. And Rigby J. (2003). Testing the boundaries of public-private partnership : the privatisation of the UK Defence Evaluation & Research Agency. communication to the seminar *R&D Management*, july, Manchester.
- Kline S.J. and Rosenberg N. (1986). An overview of innovation. In *The positive sum Strategy* (Landau R. And Rosenberg N. Eds.), National Academy Press, Wahington.

- Lebowitz J. (2000). CESA, the COTR Expert system aid. *Acquisition review quartely*, Summer, 131-142.
- Lundvall B.A, Johnson B, Andersen E S and Dalum B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. *Research policy*, **31** (2), 213-231.
- Malerba F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research policy*, **31** (2), 247-64.
- Mérindol V. (2003). Expertises, savoir-faire et réseaux. In *La recherche et la technologie, enjeux de puissance* (Versailles, D. W, Mérindol V. and Cardot P) Economica, Paris.
- Mérindol V. (2005). Defense RDT&E and Knowledge Management : A new inquiry into Public and public-private Coordination. *Defense and Security Analysis*, vol 21 (2), june, 159-177.
- Metcalf, J.S. and Georghiou L. (1998). Les deux piliers des politiques technologiques : équilibre et évolution. *Science technologie Industrie, OCDE*, **22**, 85-113.
- Mowery, D.C (1998). The changing structure of the US national innovation system: implications for international conflict and cooperation and cooperation in R&D policy. *Research Policy*, **27**, 639-654.
- National Accounting Office (2002). *Ministry of Defence : implementation of integrated project teams*. Report by the comptroller and auditor general, London.
- Nonaka I. and Takeuchi H. (1995). *The Knowledge Creating Company*. Oxford University Press, New-York.
- Petit P. (1999). Les aléas de la croissance dans une économie fondée sur le savoir. *Revue d'économie industrielle*, **88**, 41- 66.
- Pollock N. (2002). Knowledge management in acquisition and program management (KM in the AM and PM). *Acquisition review quartely*, winter, 47- 66.
- Popper K. R. (1972). *Objective knowledge, An evolutionary approach*, Oxford university press, London.
- Romer M.P. (1993). Implementing a national technology strategy with self-organization industry investment boards. in *Brookings papers: microeconomics* **2**, 345-399.
- Rooney D., Hearn G., Mandeville T. and Joseph R. (2003). *Public policy knowledge-based economies: Foundations and frameworks*. Waynes Parsons.
- Versailles D.W. (ed) (2005). , Knowledge networks, Defense Networks. Thematic issue of the *Revue d'économie industrielle*, 3em Trimestre, december.

D. IJTM 2009 (forthcoming), “Dual-use as knowledge oriented policy [...]”, co-auteur Valérie Mérindol

Référence :

- MÉRINDOL, Valérie, et David W VERSAILLES, 2009 (forthcoming), « Dual-use as knowledge-oriented policy: France during the 1990ies and 2000ies », co-author Valérie Mérindol, *International journal of technology management*, accepted for publication in August 2008.

Résumé: Cette contribution vise à démontrer que les politiques de dualité (dual-use) représentent maintenant une dimension centrale des politiques de R&D de défense. Elles ne devraient pas être seulement comprises comme un mécanisme de transfert entre les sphères civiles et militaires. Cette contribution développe les conditions d'émergence et de développement des politiques de dual-use à travers la spécificité de contenu de leurs mesures. Elle prend appui sur une étude de cas qui retrace 20 ans d'histoire des politiques de dualité en France. D'un point de vue conceptuel, les difficultés associées à l'évaluation de ces politiques semblent liées à une interprétation séquentielle et linéaire des processus d'innovation qui caractérisent l'interaction entre les programmes militaires et civils. Cet article repose sur critique de cette vision simpliste, qui renvoie aussi à une appréhension caricaturale des cycles de vie des programmes militaires, incapable de rendre compte de la complexité des échanges et de la réalité des processus de décision en matière de R&D de Défense.

ABSTRACT: This contribution aims at demonstrating that dual-use policies represent now a dimension central to military R&D policies and should not be understood only as a transfer mechanism between the civilian and the military. This contribution will elaborate on the conditions of the emergence and development of dual-use policies; it will investigate on the content of specific measures. From a conceptual perspective, it will point out the underlying difficulty associated to the sequential and linear interpretation of innovation processes associated to armaments programs. The main important critic developed in this contribution relates to the simplistic view associated to armaments life cycle, which hardly accounts for the complexity of exchanges and the reality of decision making in military R&D. This contribution will elaborate on the French experience as a case study relevant to assess the evolution of dual-use policies over the last 20 years. The French case will help to point out the reasons why dual-use policies are loosely developed.

KEYWORDS: dual-use policy - knowledge-oriented policy knowledge articulation - absorptive capacity - France

Introduction

Dual-use policies rely on a framework of technological artifacts bridging the military and civilian spheres. Technology is not specifically oriented towards military or civilian uses; it is integrated into specific products used for determined purposes, and supported by specific innovation networks and institutional framesets. Specific mechanisms are required to transfer technologies between the military sphere and civilian markets. Dual-use policies imply a specific and deliberate management of knowledge and technology transfers between these various networks. As developed by Cowan and Foray (1995), Molas Gallart (1997) or Gansler (1995), these policies cover a great range of interventions aimed at transferring civilian technologies to the military (spin on), military technologies to the civilian markets (spin off) or at fostering shared innovation projects at the intersection between military and civilian networks (Stowsky, 2004). The importance of dual-use policies has increased in the framework of knowledge-based economics. The knowledge base is now more diverse, complex and specialized as ever (Foray, 2004; Gibbons & al.; 2005). The acceleration of technological change is now supported by diversified networks making dual-use policies become a compulsory pathway to keep Defense- and Security-related technologies in contact with R&D investments and incentives associated to commercial markets. Whatever the strategy decided for Defense policy, it is always important that military programs remain technologically up-to-date.

This contribution aims at demonstrating that dual-use policies represent now a dimension central to military R&D policies and should not be understood only as a transfer mechanism between the civilian and the military. This contribution will elaborate on the conditions of the emergence and development of dual-use policies; it will investigate on the content of specific measures. From a conceptual perspective, it will point out the underlying difficulty associated to the sequential and linear interpretation of innovation processes associated to armaments programs. The main important critic developed in this contribution relates to the simplistic view associated to armaments life cycle, which hardly accounts for the complexity of exchanges and the reality of decision making in military R&D.

This contribution will elaborate on the French experience as a case study relevant to assess the evolution of dual-use policies over the last 20 years. The French case will help to point out the reasons why dual-use policies are loosely developed.

This contribution reads as follows:

The next section investigates the concept of dual-use policies in the framework of knowledge-oriented policies. It articulates the emergence and development conditions for these policies with the main important aspects of military innovation policies. Section 3 deals with our methodology. Sections 4 and 5 evidence the French case along two time periods complementing the analysis: the Syrecide project exemplifying shared innovation in the 1990ies and the various contributions of the French R&D and procurement agency (DGA) to the national innovation networks (for instance RRIT) in the 2000ies. Section 6 discusses dual-use policies on the basis of the institutional context prevailing in such

policies and of the organizational capacities required for ministries of Defense to benefit from them.

Knowledge-oriented features in dual-use policy making

Interpreting dual-use along the microeconomic lines of knowledge management will help pointing out how dual-use policies interact with the dynamics of technological change. The reference to knowledge-based mechanisms introduces specific ways to assess the articulation of Defense networks with the stakeholders to civilian innovation trends. This section will investigate the improvement in dual-use policy assessment following the analysis of knowledge-oriented policies.

Dual-use policy making in the linear and sequential reference to innovation

The first approach to dual-use policies relates to the traditional view of innovation policies and refers to the management of externalities and market failures (Arrow, 1962). Developments about spin-on, spin-off or shared innovation represent a set of incentives aiming at creating positive externalities between civilian and military markets (Molas Gallart, 1997; Cowan and Foray, 1995; Stowsky, 2004). Technology transfers between civilian and military networks are mobilized at specific milestones during the innovation cycle in order to foster scientific and technological development. In this perspective, transfer mechanisms have to be appraised in the framework of the life cycle of technological assets (Cowan and Foray, 1995). When innovation activities are close to a final user and to the introduction on a market, limitations to duality and to the variety of uses exist de facto because of the specification process. On the contrary, dual-use is potentially much more present in the upward phases of R&D and obviously prevails in exploratory research phases. The closer specifications locate to a (commercial) market, the more difficult dual-use policies to intervene in real-life economics. Such an approach singularizes two milestones in the management of R&D policies and introduces automatically strong limits to potential transfers from the military to civilian markets because it is conceived of as the sequence of two different actions. The first sequence is made of shared innovation projects and exploratory R&D projects may mobilize together civilian and military actors on the basis of common or separate budgets. The second sequence takes advantage of the outcomes of the R&D projects and organizes the transfers of mature technologies from one side to the other one. In this perspective, dual-use policies mobilize standardization and property rights public policies in the frameworks of separate economic dynamics featuring some classic tools borrowed from traditional innovation economics (Blind and Thumm, 2004).

In this domain, standardization policies focus on the issue of the diffusion of technology on a variety of markets. They make mass production easier and more (cost-) effective (Mowery, 1998: 536). This may be exemplified by the spin-on policies introducing mature technologies available on civilian markets into military programs, ruling here an adoption grounded in the management of time during the military program. The very same applies to intellectual property rights and to the importance attributed to patents in the interaction between the civilian world and the military. While patents represent the inventors' ultimate

protection (both at the level of individuals and of organizations) in the traditional approach of innovation processes, they endorse a pivotal role allowing for technological transfers when dealing with the interaction between the civilian and military worlds in the framework of dual-use policies. These interactions rely on the management of property rights rules protecting the inventors' rights and fostering the exploitation of patents at the same time, which is not always easy in the case of spin-off and shared innovation. Current instances taken from the management of software-related property rights¹¹⁶ have clearly pointed out that the industry cannot always afford the negotiation of such an interaction today (Le Texier and Versailles, 2008).

As a matter of fact, it is therefore possible to address an important criticism to such a description of the innovation process, both in the military and in the civilian frameworks: R&D processes are pictured as a succession of distinctive steps, shaping the innovation process as a sort of linear and sequential interaction between the various moments associated to exploration, conception, development and then incorporation of the new technological options into production or commercialization of new products. Neither the military process associated to the development of armament programs nor the elaboration of civilian major innovation may conform to a sequential approach to innovations: such phenomena are much more characterized by the complex imbrications of all actors and by constant interactions with researchers on the one hand, and with end-users on the other one. This criticism relates in reality to the reference to knowledge-based economics, which has shifted substantially the way to understand and appreciate innovation policies (Nyholm et al, 2001).

From traditional innovation policy towards knowledge-oriented policies

Scientific analysis locates now also in the various ways used for knowledge creation and dissemination among the contributors to the networks of innovation: heterogeneous actors interact, exchange, enrich their own approaches to complementary issues. End-users, researchers, engineers, bankers all contribute together to the very same innovation process. In the context of knowledge-based economics, the large variety of technological trajectories, the acceleration of the rhythm of innovation itself makes it quite obvious that the life cycle of technology cannot be interpreted along a linear perspective, because knowledge, incentives and end-user motivations overlap and complement each other.

In this framework, the previously evocated milestones of dual-use policies cannot entail the same relevance. Dual-use policies cannot be understood as specific instances of intervention at precise moments of the development of technologies anymore because the budget directly spent in favor of R&D, the budget associated to development indirectly available through procurement contracts, the measures in favor of patents, intellectual property rights or standardization all contribute to the improvement of the innovation process as a whole. Knowledge-based economics would therefore lead to an appreciation of the overall consistency of the set of mechanisms associated to innovation policy, without any strict reference to a single feature of the technological development. In this framework, the core issue relates to the articulation of knowledge sets present in the civilian and military worlds. Dual-use policy should then relocate at the heart of innovation

¹¹⁶ In the framework of the introduction of Open source software in order to manage legacy systems.

policy. In knowledge-based economics, innovation is not considered as a phenomenon singularizing some mechanisms associated to a specific outcome; it investigates collective processes and individual interactions and pictures a range of weak and strong ties within a frameset of networks. Inventors clearly fear never to see their invention understood and mobilized (Amin and Cohendet, 2004). As a consequence, public policies should not only focus on the protection of intellectual property rights, but also favor diffusion mechanisms and collective adoption processes as well. Efforts should significantly stress the individual and collective capacities for re-appropriation within the innovation networks (Foray, 2004; Gibbons et al., 2005), bridging skills, competences, competencies, knowledge of technologies and processes prevailing on each side. Armaments remain for sure specific because of the importance of political and strategic motivations, of the originality of the military mission, and of the strategic commitment of the industry (prime contractors and lead-system integrators), researchers and end-users to the success of long-lasting armament systems and architectures (Versailles, 2005; Mérindol & Versailles, 2007). Yet the conception and the development of military systems lead also the associated networks towards closure as soon as they will narrow the end-user specifications, and the basics for operational superiority. This introduces a tendency towards the attenuation of appropriation potential for knowledge and technology between the civilian and military worlds. Context-embeddedness explains these situations.

Dual-use policies represent therefore a case for knowledge-oriented policies (KOP) as proposed by Cohendet et al (2001). The main goal of dual-use technologies lies in their aptitude to articulate knowledge between civilian and military innovation networks: in creating the conditions for the interaction between individuals, organizations and communities and in inquiring the various possibilities for re-using technologies in other frameworks, dual-use policies are intended to foster the emergence of a series of connections. Knowledge articulation may root in two main different pathways:

- Working for the emergence of languages, rules and common codes which reduce the cognitive distance between the participants to the various networks (Nooteboom, 2002); in this perspective, codification plays an important part (Cowan, 2001). This strategy aims at shifting the whole frameset of codes, representations, technology classifications and processes in a form of common system allowing for a better articulation of the civilian and military realms;
- Creating the exchange platforms which make the emergence of interaction easier; the aim is also associated to the installation of stable interfaces benefitting from competences suited for the translation of the artifacts associated to the civilian and military networks, and therefore improving the quality and the variety of emerging connections.

This interpretation of dual-use policies along the lines of knowledge-oriented policies lead to another interpretation of the policies associated to standardization and intellectual property rights. These remain two different instances for the codification required in these processes. Standardization refers to the articulation of common projects at the level of end-users, scientists and the industry (Tassey, 2000). In the framework of dual-use policies, codification is not only meant to serve spin-on effects but also to create or restrain the variety of technological trajectories, to foster or refrain the emergence of shared

informational and cognitive reference sets in the networks. Measures associated to intellectual property rights may also constitute a tool in favor of knowledge diffusion inasmuch as they cover the dissemination of technical data which may represent the basis for further research and for new cooperation inside existing or emerging networks (Amin and Cohendet, 2004). In this perspective, patents and scientific publications may be also interpreted as signals advertising for relevant competencies, which may ground the interaction between civilian and military in strong / weak ties.

Emergence and development of dual-use technology policies

The conditions of the emergence and of the development of knowledge-oriented policies have now to be applied to dual-use policies. These conditions refer to institutional and organizational aspects.

Interpreting dual-use policies as knowledge-oriented policies implies a substantial shift in the way policies aiming at military innovation are organized and managed at the institutional level. When duality becomes a central reference for military innovation policies, the management of the interaction between all actors committed to the various uses and purposes lying being the various uses remain crucial. Nyholm et al. (2001) explain that innovation policies are now coordinated and managed in the framework of an interaction between an increasing number of ministries and departments. Ministries of Defense remain central to it, yet their role focuses now on bringing into play policies implying an array of stable institutional arrangements between public agencies and specialized ministries: collectively accepted references and inter-departmental commitment remain a prerequisite to success. These dimensions and the request for coordination pervade all levels of innovation policy (budget and targeted spending, standardization, intellectual property rights) and all phases of their elaboration and of their management (prospective, planning, budget adoption, policies assessment and evaluation). Institutions provide a set of stable patterns ruling the interaction between the various actors committed to Defense-related projects and the references bridging the subparts of the society about such issues (Edquist and Johnson, 1997). Dual-use policy-making becomes more efficient when these patterns and references are shared and assessed along stable and converging lines by the decision-makers representing the institutions committed to the process. The interaction between all actors' real power and their influence in the preparation of policies is also integrated into decision-making and into the implementation of these arrangements.

How is the Defense customer to be shaped in order to successfully refer to dual-use policies? The organization of Defense requires specific competences when it deals with dual-use policies. Decision-makers and policy experts need to elaborate on specific capacities suited to identify the various options and transfer relevant knowledge towards the innovation paths; Defense officials need also to develop the competences suited to the identification, the transfer and the exploitation of innovation results issued in non-Defense networks towards the military uses. In the end, Defense need to interact with the industry and with researchers in order to develop military programs: the main important relates to the conception and to the development of new technological architectures in the framework of armament systems. Defense need therefore to develop and maintain internal competences associated to absorptive capacities in the sense developed by Cohen and Levinthal (1991). The level of absorptive capacities (high / low) impacts the nature of the

knowledge set identified, exploited and recombined by the organization in order to investigate the forthcoming innovation paths (Mangematin et al., 1999). It depends on the nature of R&D activities developed internally by the actors of Defense networks, and on the variety of the technological and scientific knowledge base already available. The scope and ambition of dual-use policies therefore directly follows MoD's capacities to develop "high absorptive capacities", i.e. to maintain and foster research and development competences allowing for the preservation of interactions, of sensing and assimilating the knowledge assets available. These processes are complex, because knowledge management insists on the strategic importance of the transfers of tacit and unarticulated knowledge assets at these stages of the innovation process. Tacit knowledge exchanges mainly relate to individual connections and interactions.

The capacity to mobilize knowledge issued in networks requires also managerial and organizational flexibility: Defense needs to be able to catch opportunities both from the exploration of new paths and from the exploitation of sound and validated options, and combine them. In order to work out these projects, MoDs need suited procedures and flexible management modalities; project teams have to exercise decentralized responsibilities, ranging from budget, evaluation, standardization to intellectual property rights management. Defense organizations have to endorse the contextual ambidextrous model, as defined by Gibson and Birkinshaw (2004): Defense should be able to articulate and re-combine activities oriented towards exploration or exploitation, depending on the variety of options available in the technological trajectories and according to the trends of technological change.

Methodology: France as a case study

This contribution investigates the French case on the basis of case study methodology and interviews. It is developed as a qualitative analysis based upon abductive research.

Case study is aimed here at uncovering relationships and explanatory links between the various actors and institutions committed to the management of dual-use projects (Yin, 2003). France remains a significant case because it reveals typical features and extreme situations about dual-use projects, suited to the inquiry of the interaction between the various actors in charge of projects coordination or in charge of the articulation and recombination of exploration and exploitation actions. The French case is revealing because it allows for an inquiry of current theoretical elements about knowledge-oriented policies on the basis of dual-use projects. The authors benefitted from a privileged access to meetings, data and people thanks to their positions as scientists and managers in the French MoD, both in the joint administration and in the Air Force.

The analysis is grounded in 25 semi-directive interviews realized (between 1999-2002; 2005-2007) with R&D program managers, procurement decision-makers and officials working for standardization and normalization offices inside the French MoD and civilian ministries (in charge of budget, R&D, industry, transports). Officials working for the patent administration were also interviewed, as well as managers of basic research offices and innovation agencies (Commissariat pour l'énergie atomique, CEA; ONERA; CNRS; ANR, Agence nationale pour la recherche). This research is also grounded in the

participation to three experts groups inside the French ministry of Defense (2000, 2003 and 2007) and to the economic evaluation program for dual-use projects organized by the French MoD in 2003.

France during the 1990ies: first initiatives and ruptures

Until the beginning of the 1980ies, France clearly exemplified the ‘spin-off paradigm’ (in the terms defined by Alic et al., 1992). Innovation policy was structured at a national level around major scientific and technological programs, always aiming at civilian or military precise purposes. In France, the aeronautic, space and ICTs industries emerged as a result of such a voluntarist planning. The French administration did not clarify at that time the potential for joint development and did not seek for a joint development of civilian and military innovation R&D policies. At that time, Defense was considered as the scientific and technological locomotive for the whole national innovation system: its dynamics centered on spin-offs.

The place of Defense in the innovation system progressively shifted during the 1990ies (Versailles 2005; Mérindol and Versailles, 2007). The context of knowledge based economies and the reduction of military budgets following the end of the Cold War reoriented the innovation policy towards other priorities. Following Ergas’s definition (1987), France shifted from a mission-oriented innovation policy towards a diffusion-oriented policy. Dual-use policies were introduced in the 1990ies in France. Their implementation remained always a difficult task because it occurred in a highly volatile environment where the Defense mission was constantly reassessed and affected by a series of decisions associated to major armament programs: a form of chaos emerged from the absence of a “big picture” prevailing for all decision-makers in France. Until the end of the 1980ies, France had experienced a very stable situation where the content of political platforms and the repartition of roles and contributions of all the actors (administration and political parties) reflected the stability of the world before the collapse of the Soviet Union. The 1990ies in France may be characterized by new alliances (the French socialist party built up for instance a coalition with the Greens at that time), new strategic questions (mainly following the evolution of NATO and the introduction of US missiles in Europe) and new commitments for the armies (the focus on humanitarian missions).

Dealing with dual-use policies, the 1990ies may be separated into two different phases. Until 1997, dual-use R&D projects emerged progressively with a budget equally funded by the MoD and by the ministry in charge of R&D (ruling for civilian projects). This represents the very first instance of dual-use policy in France. The second phase starts in 1996-1997 when innovation policy stops focusing on the development of major technological programs. 1996 coins the starting point of a major reform inside the Delegation generale pour l’armement (DGA) and the progressive reorientation of its activities towards procurement. 1997 remains important moment because the socialist party, after winning the legislative elections, introduced a new Defense programming law (Loi de programmation militaire) and started managing the arbitrages between budgets in postponing several investment decisions for major Defense programs because of the end of the Cold War. After five years (1997-2002), the budget associated to these non-decisions

will amount the investment budget of a whole year for the French Defense. Duality policies will be officially abandoned in 1997, as an instance of technological programs.

First initiatives: the Syrecide program

The Syrecide program was launched in 1994 by the ministries in charge of R&D and of Defense. It follows the conclusion of a joint experts group working on the consequences of the new economic context since the early 1990ies, where R&D managers were presents in the French MoD delegation. The Syrecide program aimed at developing synergies between civilian and military R&D and funded initiatives of common interest on both budgets. It represents a major initiative illustrating shared innovation projects (cf Stowsky, 2004). Syrecide was officially created on January 25th, 1995. Its budget was doted with 20MF by each ministry and common R&D themes were pragmatically chosen and made public in calls for proposals. The program was supposed not to impact the respective priorities of each ministry. In order to raise the attention towards the project, proposals were heavily selected and Syrecide advertised about the research of excellence, making the selection process a signal worth of interest for the scientific community. Syrecide themes mainly focused on technological bricks: materials, computer sciences (microelectronic and optronic components, software, automatics, robotics, telecommunications) and life science (radiology, parasitology, biotechnologies).

Projects were spanning over periods from 12 to 18 months, and received between 2 and 10 million Francs each. Public budget was supposed to cover at the minimum the half of the total expenses for each proposal. The industry part to the proposals was supposed to demonstrate a valorization of the outcomes of the project for both the civilian and the military markets. Proposals were examined by officials from both ministries and submitted to a consultative board of experts taken in the industry and in basic research. The final attribution of the grants was decided at the level of a plenary commission made of the directors in charge of these budgets. At the beginning of 1998, 30 projects were going on about materials (8,25 MF), informatics (16,8 MF), telecommunications (3,3 MF), optronics and microelectronics (18,66 MF).

Syrecide was abandoned suddenly and without notice in the early 1998, after two rounds of selections. The DGA reform initiated in 1996 had made this process impossible because it was now inconsistent with the priorities and methodology ruling in both ministries: each ministry refocused on specific actions. The civilian-aimed R&D ministry gave the priority to the action in favor of SMEs and of new partnerships between the industry and universities. They developed for this purpose the projects developed in section 5 below. The situation inside the MoD was different: R&D budget has decreased of 30% between 1992 and 1998, for reaching 10 903 MF in 1998. The repartition of the projects financed by the MoD changed sharply, which may be exemplified by the budget of exploratory research projects being cut 40% during this time. The redefinition of DGA's priorities as regard R&D budgets explains why the MoD withdrew from Syrecide.

New orientations in innovation policy, against dual-use projects

In 1996 and 1997, DGA launched a reform which changed totally its role in the national innovation policy. Priority has been given to "strictly military" projects, in association to

an important reduction of R&D budgets which are not connected to product development (Guichard, 2005). The aim of globally cutting 30% of functioning budgets in the DGA reinforced also this shift from basic research to development. A sharp distinction occurred then between technological and scientific interventions and procurement (remaining in the prerogatives of the directorate in charge of programs), in favor of the last one (Giovacchini, 2000). Long-run considerations in innovation policies progressively fade away and the satisfaction of operational needs only remains, which of course supports the improvement of cost-quality-efficiency ratios in the sort run. These changes are the results of the end of the policy relying on technological programs (Laredo and Mustar, 2001). This is a radical change. Defense is not the locomotive of innovation policy anymore; it may be considered as a source of the eviction of R&D budgets from the economic system.

This reform reallocates the main part of R&D budgets towards the most important firms in the Defense industrial base: system integrators, first-level contractors, main important sub-contractors. The industry is now in charge of the interface with scientific and technological research networks. For instance, basic research projects financed by the DGA to teams from the CNRS (national administration for basic research in France) have been abandoned in order to focus on the military end-user. As a consequence of this new orientation for the DGA, relationships between have changed drastically and direct interactions between the MoD and a large variety of the world of R&D and innovation have started vanishing (Mérindol, 2005a). At the same time, DGA has started to transform the principle of the twofold budgetization of major R&D programs between the MoD and prime contractors into a systematic rule. Altogether, these initiatives have made difficult the MoD access to basic research results and the management of intellectual property rights in relationship with armament programs. The number of patents financed on the budget of the MoD and registered by the Defense industry has considerably decreased; as a result of the same dynamics, firms contest now almost systematically the MoD intellectual property rights for co-financed projects.

In the context of the budget constraints associated to the 1990ies, the R&D projects conveying potential value for military and civilian applications have been progressively abandoned, because each ministry in charge considered the projects were not in its responsibility domain anymore. This situation introduced huge ambiguities. It left a series of critical technological domains without any public support and without connection to an administration, while these technologies remained highly critical to Defense and Security missions. Companies such as Thalès, a world leader in Defense and Security electronics, demonstrated that some of the most critical technologies for these purposes (both in the military and the civilian domains) benefited from the lowest level of public support (including budget).

The remaining initiatives in dual-use policies have dealt with standardization. The aim was to generalize the civilian standards in Defense, and to limit the military standards in the case where it proved that civilian references were not efficient and satisfactory for operational use. Security purposes and technical performance were amongst the main important drivers. This evolution in standardization has been concomitant with the introduction of certification processes based upon ISO norms. These measures have been stabilized now and the same logic prevailed ever since. It has led to a declassification of military standards and, sometimes, to their direct suppression. This process has been

considered as a way to foster technological transfers from the civilian to the military, which means that spin-on mechanisms and technologies issued for civilian purposes are understood here as allowing for scale economics in the military framework.

France during the 2000ies: the difficulty of coping with the drivers of knowledge-oriented policies

The reforms introduced by the French government in 1997 favor new modalities in technology management. Priority is given to partnerships and research and innovation technological networks [Réseaux de recherche et d'innovation technologique, RRIT] are therefore created. Other initiatives deal with the introduction of specific action plans and actors associated to venture capital; a contest awarding the best innovative company is also installed. This framework develops well for civilian markets. In early 2000, the necessity to access a wide range of RRIT in the domains of biotechnologies, nanotechnologies and software has led the DGA to introduce new propositions in the framework of dual-use policies. Initiatives have required advancing with a slow progression, because it was necessary to reshape all relationships between the DGA, in charge of the dossier for the MoD, and the ministry in charge of R&D (which had in between become a part of the ministry for Finance, budget and economics).

DGA contribution to projects financed by the RRIT

The first initiative in dual-use policy dates back to 2000 as the DGA started financing precise projects in the new installed RRITs. Installing once again in the logic of shared innovation, this situation aimed at sharing budgets and knowledge while developing partnerships linking with the industry and the scientists. The DGA and the MoD were not present while governance rules were discussed among the various partners, and therefore they did not have any clue about mechanisms and rules associated to the evaluation and to the orientation of the projects. The MoD participation to thematic networks also relied on a preliminary investment in order to identify the projects worth the interest and the budget from the Defense perspective. Several meetings have been organized between R&D projects managers belonging to the ministry in charge of R&D and the officers in charge at the DGA, all aiming at the elaboration of a list of “interesting” projects. The identification of the technological niches required sometimes up to 18 months.

RRITs are structured around the themes structured in 1998; 16 thematic networks have been installed. In each domain, their missions cover the identification of the issues to be solved, the elaboration of new rules for governing intellectual property rights, the actions required to foster innovative projects in defining new rules for shared innovation, the gathering of public and private competences, and the evolution of normalization and of standards associated to potential markets. Projects are always financed by several ministries, each of them being limited to 50% of the total budget. The validation and the evaluation of projects represent new governance paths, exemplified with the constitution of experts committees to orient and define the themes to be investigated, or with experts commissions (gathering the industry, scientists and administration officials) deciding the distribution of budgets and grants.

A memorandum of agreement has been signed in 2001 between the MoD and the ministry in charge of R&D in order to designate 30 officials in charge of technical domains inside the RRITs as “correspondents” for the DGA and the MoD. Some of them will also become members in the strategic committee installed when the DGA will attribute a contribution for the network. Defense contributes directly to several national networks or themes inside the networks (among them telecommunications; materials and processes; supersonic R&D inside the aeronautic network). It is also associated to the governance committees without introducing MoD budgets (for instance in micro and nanotechnologies, or *GenHomme* dealing with genomics). In other cases Defense will only contribute as an expert (for instance in multimedia technologies). At various levels, this participation has helped Defense to rebuild relationships with the world of innovation outside the realm of Defense and Security. In some projects Defense was not only able to deal with shared budgets, but also to share networks and inter-personal relations with experts and scientists, building here a network also relevant for military projects.

The results were not really positive when it deals with a global appreciation of the DGA contribution to RRITs. No sound outcome results from the MoD budget when it deals with technology or R&D results. The case of biosecurity inside the *GenHomme* network illustrates perfectly the ambiguity of the MoD contribution. DGA was supposed to attribute 9 M Euros for a 3 years period to projects in the realm of biosecurity and biotechnologies. Calls for proposals have been issued in spring 2002, and then renewed in 2003 and 2004. In 2002, DGA only financed one of the 3 projects awarded (220 k Euros) while the ministry in charge of R&D provided the rest of the money (700 k Euros). DGA is obviously part of all orientation committees. In fact the difficulty to raise proposals and manage the projects on a dual basis, as illustrated by this network, has been a common situation in the RRIT process. Developing such projects should have been extended to other ministries such as Health or Industry, what never occurred. The preservation of SMEs in these domains required a clear picture of the market perspectives, which obviously would have gone way further than the only R&D budgets and projects. The MoD was never able to provide elements for strategic stocks (vaccines, medicines, types of molecules, etc) because it was never in the realm of prerogatives of the people present in the networks.

Emergence and development of dual-use technology policies

Dual-use policies have once again been fashionable between 2003 and 2007 when the MoD R&D budget has been stabilized (around 3,5 G Euros in 2005). It aimed at making secure the technological capacities of the military on the battlefield and grounded again in open innovation, in spin-on and spin-off mechanisms. Updating the situation of the French MoD requires focusing mainly on the DGA.

DGA is now associated to the installation of the national agencies in charge of Research (ANR) or Innovation (AIR). DGA contributes to the various experts groups organized by these new inter-ministerial agencies and also contributed in positioning there several officers. In charge of financing innovation projects, these agencies follow the efforts developed in the framework of RRITs and manage the initiatives associated to competitiveness clusters which aim at associating companies, research centers and educational institutions in specific local areas. 71 clusters have been created; among them

17 have are managed on a global¹¹⁷ level. The public / private interaction emerging from the clusters focuses on technology for markets with high growth potential; conditions for development include the emergence of common strategies via projects supported by public and private budgets. DGA committed to the implementation of clusters and now intervenes directly at least in the major ones.

This process is consistent with the newly installed processes ruling the budget of the French government in the framework of the “Loi organique pour les lois de finances” (LOLF) modernizing the French constitution in the area: the DGA has become the specific MoD administration of dual-use projects. It materializes through the responsibility over a specific part of the Defense budget in the distribution of LOLF missions inside the MoD. Within this new system, the director of the DGA is directly responsible for the management of 198 M Euros (in 2007) aimed at dual-use projects. In reality, this framework manages the previously existing budgets of the agencies for which DGA always endorsed the “tutelle”: CNES, CEA, and ONERA. These agencies develop activities for both the military and civilian markets and their research centers animate for the MoD a large variety of connections towards the industry, universities and the CNRS. This situation may well have occurred over the last period inquired for this research, there are now specific arrangements and new features. It may be exemplified with the case of the directorate for military affairs at the commissariat for nuclear affairs (CEA), which launched a huge series of initiatives around the recently acquired Teraflop calculator required for the simulation of the processes associated to the production of nuclear bombs. The CEA was financed the installation of experimental installations and simulators during the late 1990ies, which represents now a unique opportunity in France (and also probably in Europe). The CEA directorate in charge of military affairs has therefore installed a strategy allowing for non-military related R&D and innovation actors to access these simulators for their own purposes and experiments. Such a situation obviously reflects the will to increase returns on the investment, both in terms of cost-efficiency and of social welfare. The initiative allows also the CEA to position itself as a major reference player for the projects requiring huge calculation facilities, and therefore it has become the driver to shape and standardize experiments in the area.

At the very same time, DGA has attempted to progressively introduce several research forums between the Defense and the innovation networks. Conferences such as “Science & Defense” have been rehabilitated on broad themes, worth of interest for all innovation actors; specialized reflections with the main agencies in charge of the domain (CEA, CNES, CNRS, INRIA) have been institutionalized (DGA, 2006). Inside the MoD R&D budget, an amount of 300 M Euros has been dedicated in 2005 to exploratory projects proposed by university related teams, and carrying potentially breakthrough innovation opportunities. Applications perspectives do not necessarily relate to Defense, they may also be integrated into civilian projects. In the same vein, the number of PhD grants (1450 Euros per month during 3 years) has increased back to 400 subventions and amounts now the same level it had at the end of the Cold war. DGA attributes intellectual property rights now in most cases to the scientist in order to foster the valorization of results in academic networks. Yet the process has not lived enough to allow the reconstruction of the interfaces

¹¹⁷ 7 clusters are coined as « global competitiveness clusters » and 10 as « global-oriented competitiveness clusters ». cf <http://www.competitivite.gouv.fr>

between Defense-related and civilian innovation networks. The DGA connection to other networks remains clearly limited at the moment because the frequency and number of the conferences is too limited; these forums mainly concern individuals, firms and institutions already connected with the MoD.

Analyzing exhaustively the current period leads to a last point: the valorization of the Defense patent portfolio by the DGA. This point does not deal with the patents for which firms or private owners are holders, but the ones for which Defense officers or the MoD itself are registered as inventors. An internal commission now evaluates the most promising patents. Some financial support then applies in order to afford consultants specialized in the identification of potential markets and in the targeting of the firms consistent with the exploitation of this patent. Such activities have proven limited success so far.

Discussion

The analysis of the French case for dual-use policies reads along two main points: dual-use policies are always understood as exception to “normal” innovation and technological policies; the prevailing institutional complexity and the on-going reform process inside the French MoD make the implementation of policy aspects really difficult and specifically limited to particular objects. Globally stated, organizational competences and the ability to design flexible interactions opportunities remain essential drivers for the success of dual-use policies.

The French case: dual-use policies as an alibi to lower the influence of the MoD

The overview of almost two decades of dual-use policies in France has shown the French case as an instance of permanent discontinuity and relative chaos in R&D and innovation policies. Yet one major point emerges from the case: dual-use policies remain exceptional both by the fact that they always represent a specific action set, almost apart from the other initiatives in innovation policy, and by the small size of the associated budgets. Although there is an explicit political will in favor of their development, this trend depicts a recurring attitude.

This may be illustrated by the approach of dual-use innovation policies along two different sets of institutional actors: those in charge of armament programs and those in charge of R&D policies. This is easy to grasp in the organization of the DGA itself: R&D budgets, normalization, standardization, and intellectual property rights are managed by different offices hardly ever working or communicating together. Dealing with their coordination seems an impossible task. In the early 1990ies the Syrecide project was managed without any consistent link with the armament projects managers; recent initiatives only represent minimal progress in the domain. Projects financed in the RRIT framework or in the competitiveness clusters remain in the responsibility domain of the technology directors, who head at the same time the armaments programs and the associated basic research. One could then consider possible to overcome the previous difficulties. Fact is that there is no rupture in the innovation process because dual-use projects are still considered as

exceptions to the “normal” way of doing technological policy. Dual-use projects are still small and heavily protected; they are seen by the managers themselves as well suited to exploratory actions which do not have to impact the “important” major innovation programs, always directly associated to some main armament system. Dual-use projects are in reality associated to atypical governance modalities and turn out to be disconnected from both the measures ruling the Defense innovation system and market-oriented civilian processes.

The articulation of knowledge assets between military and civilian networks is hardly fostered and almost never considered in decision-making. As soon as technologies are assessed as strategically important for the technical and operational success of a specific program, dual-use projects are not prevailing anymore because strategic projects are never managed along these modalities. Such a tendency holds even when perspectives do already exist for civilian markets and when competencies and savoir-faire are easily transferable on these markets. This situation always relates to organizational features: since its main reform in 1996, the DGA did not focus on the creation of stable structures in charge of animating and developing new network interactions, or strong and weak ties between civilian and military actors. It means that the MoD introduces a strong preference to project management and does not know how to cope with the constraints associated to networking, even though the competitiveness of clusters and the features of knowledge based economics essentially rely on networking. The only contradicting instance relates to the valorization of the calculation facilities installed by the CEA, for which the DGA animates a small network of specialized actors, exchanging on results and methods. Globally stated, the incapacity to think of dual-use and innovation policies as knowledge-oriented policies becomes obvious.

The prevailing paradigm associates technology management with typologies, languages, codes and experts specific to the military domain; they refer to specific tools, nomenclatures and classifications ungraspable for the people who never worked within the military system. There is no such thing as a correspondence table available in the MoD. Documents supposed to provide a “big picture” such as the *30 years prospective plan* remain anyhow classified and inaccessible to the civilian ministries. The same holds for the technical and scientific journals the MoD used to manage and diffuse even if other reasons prevail here: these activities did not resist to cost-reduction and to the successive reforms. It remains obvious that these aspects convey a great importance in knowledge-oriented policies. Reforms and reorganizations have progressively led to increase the cognitive distance between the actors in charge of innovation policies, which therefore lowers the possibility for an integrated management of duality.

Institutional complexity and the lack of inter-services coordination

The management of duality occurred in a specific institutional context where all reference patterns prevailing in France for decades were altered and affected by a major discontinuity: the French system had developed in the context of mission-orientation and had to reposition itself as diffusion-oriented. The whole strategic picture of the French system is affected and nobody cared to manage this change. This difficulty is precisely the declination of the already evoked context-embeddedness of innovation policies, even though it is now referred to it on the side of drawbacks. The evolution is easy to grasp in

the sharp reduction of the budgets distributed to the MoD, especially in the domain of R&D where military-oriented basic research almost vanished. The same holds for the repartition of prerogatives between ministries: the MoD now only has to focus strictly on Defense missions. Even in the 2000ies the MoD has been set apart from major R&D policy decision-making, which is obvious in the fact the MoD does not take part to the highest committee in charge of orienting and evaluating the national policy. Current prerogatives towards specific agencies (CNES, CEA, ONERA) or at the level of LOLF processes only institutionalize in the current framework previously existing rules, without translating into the same frameset lots of other actions and practices. As a matter of fact, the DGA mainly serves here as an intermediate for budgets transfers, only used for the basic administration because the amounts are made precise in a series of memorandum negotiated and signed at very high levels in the MoD hierarchies. At the level of the organization of the MoD, the prerogatives associated to the DGA are always competed by other actors (and often transferred to the joint chief of staff); at the level of the repartition of prerogatives between ministries, the place of the MoD is driven back in the list of national and governmental priorities (a situation to be radicalized by the new *White paper* shaping Defense strategy and assessing the related format). Dual-use policies represent a typical case where the existing prerogatives of the DGA have not been institutionalized while serving at the same time as an alibi for format and budget reduction (Mérindol, 2003).

Retrospectively, duality has always been used in order to lower the R&D budgets attributed to the MoD by the ministry in charge of Finances. The officers in charge of Defense in Bercy behave as if dual-use projects represented a way to transfer the responsibility of financing onto other stakeholders, mainly constraining the industry and the scientists to find the money for R&D programs anyway but in the central budget. Retrospectively, dual-use innovation policies have not reinforced the position of the MoD in decision-making processes; they should be rather understood as an argument to reduce its contribution to the issue of R&D as a whole. This situation evolved along the decades analyzed in this contribution, and has now reached a point where institutional defiance and distance now prevail: the officers in charge do not share their respective administrative rules, their missions and constraints. Dual-use policy making might well be the pretext to install structures suited to exchanges and the improvement of mutual understanding. Such a description does not apply for the French case, where shared structures and patterns vanished progressively. At the level of the intermediate hierarchy there are almost no interactions between individuals.

The ambiguity described here locates also in the lack of explicit and precise objectives for policy-making. Coordination between ministries cannot apply in this framework. The Syrecide project illustrates this point again: the goals of each ministry were specific and responsibilities were assessed only inside each administration and on the basis of the documents received by it only. Defense was for instance worried by short run returns and a sharp insistence on operational success. The ministry in charge of R&D was focusing at the very same time on solutions suited to the reinforcement of academic teams. Such aims were never explicitly mentioned in the ex post evaluation of a project, yet the absence of any common appreciation canvas may already help to understand that it was impossible to make it up. The participation of the DGA to RRITs and to competitiveness clusters follows the same line: it is obviously too soon to draw any conclusion about these activities, but the

same causes lead to the same effects. The situation may be more complex today as civilian ministries have started promoting the existence of a vast number of projects in open competition, whereas the MoD clearly aims at avoiding redundancies, especially when solutions already exist inside the MoD itself.

The institutional complexity reduces the chances for an organization of the interaction between the MoD and civilian ministries participating to the R&D and innovation policies. Considering the search for consistency in public intervention and coordination paths, it has become obvious that the issue of “dual-use” has never reached this level of defiance or of indifference among actors.

Conclusion

This communication is about the characterization of dual-use technology policies and takes advantage of the concepts of knowledge-oriented policy in order to point out important drivers for success.

The management of dual-use technological policies does not only relate to collective aims and to the definition of strategic objectives. It also relates to individual competences suited to the elaboration of managers. The MoD in general and the DGA in particular only refer to low absorptive capacities because of low R&D facilities and of a very low diversity of competences. This situation explains why the competences associated to the management of projects are often externalized (cf Cohen & Levinthal, 1990), or why the evaluation of potential uses often lacks in accuracy and in imagination. It is possible to succeed in this process if dual-use policies root in relevant complementarities between the civilian and military strategic competences. Another condition locates in the need for an assimilation of knowledge consistent with the objectives of all institutional actors present in the decision process.

The French case illustrates *a contrario* the conditions of emergence of consistent decision-making: dual-use policies depend both from the institutional context and from the organizational / managerial competencies. The French case illustrates huge difficulties in the process of articulating the civilian and military knowledge bases. Mitigating the open access to knowledge with a strict control over strategic competences and information represents precisely an issue that the French MoD did not succeed to manage until now. Dual-use policies also require that all public actors share the same policy objectives; otherwise the objectives associated to the main important actor will overrule the others.

The analysis of the institutional context explains that a sound and real coordination has to occur between all stakeholders and, more specifically, between all ministries contributing to decision-making. Managerial competences are mobilized in order to run the process on a day-to-day basis: the individuals working in these functions need to share short-run objectives, final purposes and references. Specific points need to be addressed, such as the security of access to supply and knowledge bases. From the Defense point of view, technological and operational constraints need to be addressed, introducing here the request for a subtle arbitrage between the openness of the research networks and the closure required to avoid any inconsistent technology transfer.

5. Bibliography

- Alic J., Branscomb L., Books H., Carter A. and Epstein G., (1992) *Beyond Spin off: Military and Commercial Technologies in a Changing World*, Harward Business School Press, Boston.
- Amin A. and Cohendet P. (2004) *Architectures of knowledge: firms, capabilities, and communities*, Oxford University Press, New York.
- Arrow K. J. (1962) *Economic welfare and the allocation of ressources for invention - The rate and direction of inventive activity*, Princeton: Princeton University Press.
- Blind K. & Thumm N. (2004) "Interrelation between patenting and standardisation strategies: empirical evidence and policy implications", *Research Policy*, Vol. 33, pp. 1583-1598.
- Cohen W. & Levinthal D. A. (1990) "Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation", *Administrative Science Quartely*, Vol.35 (1), pp.128-152.
- Cowan R. & Foray D. (1997) "Quandaries in the economics of dual technologies and spillovers from military to civilian research and development", *Research Policy*, Vol. 24, pp. 851-868.
- Cowan R., David P. & Foray D. (2000) "The explicit Economics of Knowledge Codification and Tacitness", *Industrial and Corporate Change*, Vol.9 (2), pp.211-253.
- Délégation Générale pour L'Armement (2006), *Politique et Objectifs Scientifiques*, Ministère de la Défense, Paris.
- Edquist C. and Johnson B. (1997) "Institutions and organizations in systems innovation", in Edquist C. (Eds:), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, Pinter, London, pp. 41-63.
- Ergas H. (1987) "The Importance of Technology Policy", in DAUGUSPTA P., STONEMAN P. (Eds:) *Economic Policy and Technological Performance*, CUP, Cambridge, pp.50-96.
- Foray D. (2004) *The Economics of Knowledge*, The MIT Press, Cambridge Massachusset.
- Gansler J. (1995) *Defense Conversion : transforming the Arsenal of Democracy*, The twentieth Century Fund, United States
- Gibbons M., Limoges C., Niwotny H., Schwartzman S., Scott P. & Trw M. (2005), *The New Production of Knowledge : The Dynamics of Science and Research In Contemporary Societies*, Edition Sage, London.
- Gibson C.B. & Birkinshaw (2004), "The Antecedents, Consequences and Mediating Role of Organizational Ambidexterity", *Academy Management Journal* n°47(2), pp. 209-226
- Giovachni L. (2000) *L'armement français au XXème siècle: une politique à l'épreuve de l'histoire*, Les cahiers de l'armement, Ellipses, Paris.

- Guichard R. (2005) "Suggested repositionning of Defence R&D within the French System of Innovation", *Technovation* vol. 25(3), pp. 195-201.
- Hartley K. (1995) "Industrial Policies in the Defense Sector", chapter 16 in Hartley K. & Sandler T (Eds:) *Handbook of Defense Economics* Vol.1, Elesier, North Holland, pp.459-489.
- Laredo P. and Mustar P. (2001) "French Research and Innovation Policy: Two Decades of Transformation", in Laredo P. & Mustar P.. (Eds:) *Research and Innovation Policies in the Global Economy: An international Comparative Analysis*, Edward Elgar, Cheltenham, pp. 447-496.
- Le Texier Th. and Versailles D. (2008), "La dynamique des acteurs publics de la Défense et les logiciels Open source", *Economie et institutions*, *forthcoming*.
- Mangematin V. and Nesta L. (1999) "What kind of Knowledge can a firm absorb?", *International Journal of Technology Management*, Vol. 37 (4), pp. 149-172.
- Mérindol V. & Versailles D.W.V. (2007) "Sectoral Based vs. National Based Explanations of the Triptych Government/Industry/Academic Research In Defence Related R&D Projects: Instances from France, the UK and the USA", in Sherif M.H. and Khalil T.M. (Eds:) *Management of Technology: New Directions in Technology Management*, Elsevier, Oxford, pp. 137-153.
- Mérindol V. (2003) « Les politiques d'innovation civile et militaire: complémentarité ou substitution ? », in Versailles D., Mérindol V. et Cardot P., *Recherche et technologie: enjeux de puissance*, Economica, Paris, pp. 89-110.
- Mérindol V. (2005a) "Defense R&DTE and knowledge management: A new inquiry into public-private coordination", *Defense and Security Analysis*, Vol. 21 (2), june, pp.159-177.
- Mérindol V. (2005b) « La Défense dans les réseaux d'innovation: une analyse en termes de compétences » *Revue d'Economie Industrielle*, décembre, pp. 45-64.
- Molas Gallart J. (1997) "Which way to go? Defence technology and the diversity of "dual use technology transfer", *Research Policy*, Vol. 26, pp. 367-385.
- Mowery D. (1998) "The Practice of Technology Policy", in *Handbooks of the economics of innovation and technical change*, Blackvell Handbooks in economics, Oxford, pp. 513-557.
- Nooteboom B. (2000) "Learning by Interaction: Absorptive Capacity, Cognitive Distance and Governance", *Journal of Management and Governance* Vol.4, pp. 69-92.
- Nyholm J., Normann L., Frele-Peterson C., Riis M. & Torstensen P. (2001) "Innovation Policy in the Knowledge Based Economy – Can Theory Guide Policy Making?", in Archibugi D. and Lundvall B.A (Eds:) *The globalizing learning economy*, Oxford University Press, New York, pp. 219-238.
- Reppy J. (1999) "Dual-Use Technology, back to the Future?" in Markusen A. and Costigan S.S. (Eds:), *Arming the Future, a Defense Industry for the 21 st Century, a council on foreign relations book*, New York, pp. 269- 284.

- Stowsky J. (2004) “Secrets to shield or share? New dilemmas for military R&D policy in the digital age”, *Research policy* Vol. 33, pp. 257-269.
- Tassey G. (2000) “Standardization in the technology-based markets”, *Research Policy* Vol.29, pp.587-602.
- Versailles D.W. (Ed) (2005), *Réseaux de connaissances, réseaux de Défense*, Revue d'économie industrielle, décembre.
- Yin R. K. (2003), *Case Study Research: Design and Methods* (Applied Social Research Methods, Vol. 5) London, UK: Sage Publications.

E. REI, 2005: “Le maître d’oeuvre dans les programmes d’armement...”

Référence :

- VERSAILLES, David W., 2005, « Le maître d’œuvre dans les programmes d’armement : de l’émergence à la consolidation des réseaux de connaissances », *Revue d’économie industrielle*, dans le numéro thématique ‘Défense, organisation industrielle et réseaux de connaissances’, numéro 112, 4^{ème} trimestre, pp. 83-105.

RÉSUMÉ: Cet article étudie l’évolution du rôle du maître d’œuvre industriel à partir d’exemples empruntés à l’aéronautique militaire (Mirage IV, JSF F-35, A 400 M). L’organisation des programmes complexes à technologies multiples peut être analysée au prisme des flux de connaissances. L’utilisation conjointe, d’une part, de la distinction entre component et architectural knowledge (Henderson et Clark 1990) et, d’autre part, des développements récents sur l’analyse des flux de connaissances au sein des réseaux (Callon 1999 ; Amin et Cohendet 2004), permet de singulariser l’évolution dans le rôle du maître d’œuvre face aux autres acteurs du triptyque Etat – recherche - industrie et les spécificités associées à la fonction d’intégrateur de systèmes. Les entrées et sorties du réseau peuvent être reliées à la criticité des connaissances dans les programmes en cours et la consolidation du réseau dépend de leur pertinence pour les programmes à venir.

MOTS CLÉS : Connaissance ; complexité des produits ; intégration systèmes ; aéronautique militaire.

ABSTRACT: This article inquires the specificities of the contribution of first level contractors and systems integrators on the basis of instances taken in military aeronautics (Mirage IV, JSF F-35, A 400 M). The organization of complex programs (CoPS) is analyzed with special reference to knowledge exchanges. Simultaneous reference to the distinction between component and architectural knowledge (Henderson & Clark 1990) and to recent developments on knowledge and networks (Callon 1999; Amin & Cohendet 2004) makes it possible to point out the evolution in the relationships between the first-level contractor and the other contributors to the triptych State-science-industry. Specificities of systems integration represent a new function for some of these firms. The participation to the network may be associated to the criticality of knowledge (and competencies) required by the on-going programs. Network consolidation depends on their relevance for the forthcoming projects.

KEYWORDS : Knowledge; product complexity; systems integration; military aeronautics

JEL: D8 - O3 - L14

Introduction¹¹⁸

Le mode d'organisation industrielle qui sert de référence en matière de gestion de programme d'armements date de la Guerre Froide et des logiques de complexe militaro-industriel qui ont prévalu pour faire émerger les grands programmes stratégiques au niveau des nations. Cette situation était caractérisée par un traitement particulier des intérêts de l'industrie et de l'Etat au sein d'une logique de monopsonie, qui s'adossait à la réalité de la dépense publique de Défense et à l'effet d'entraînement généré par la R&D de Défense sur le reste des activités à fort contenu technologique. Ce modèle a vécu et de nouvelles références ont commencé à émerger depuis les années 1990 (*cf.* Mérindol, ce volume), laissant la place à d'autres formes de relations pour régir les interactions au sein du triptyque Etat – science – industrie. Cette contribution se concentre sur l'évolution du rôle de maître d'œuvre industriel à partir d'un double phénomène. D'une part, l'Etat client a vu se bouleverser la situation de monopsonie qui le privilégiait. D'autre part, co-traitants et sous-traitants sont de plus en plus présents dans les réseaux et dans les négociations où des formes de clubs assez fermés regroupent les divers acteurs autour de compétences et de connaissances critiques. Aujourd'hui l'organisation des programmes d'armement se caractérise par de nouvelles relations hiérarchisées entre les différents agents économiques qui y participent, dont les compétences sont totalement imbriquées. Cette situation demeure assez opaque tant que les outils de l'économie de la connaissance ne sont pas mobilisés.

Les raisonnements tenus ici seront illustrés par des expériences concrètes issues du monde de l'aéronautique militaire, l'un des domaines qui a toujours été structurant pour les acteurs industriels de la Défense. En ce début de XXI^{ème} siècle plusieurs programmes majeurs contribuent à repositionner les acteurs industriels autour de nouveaux rôles et de nouvelles relations. Le « vieux » modèle de l'organisation industrielle peut être illustré par le programme Mirage IV A, avion fabriqué pour porter la bombe nucléaire de la dissuasion française, et pour lequel la Générale aéronautique Marcel Dassault (GAMD) devient l'un des tout premiers maîtres d'œuvre uniques dans l'histoire de l'industrie. L'Etat innove sur le plan organisationnel : avec l'organisation de la GAMD émerge le nouveau rôle d'intégrateur système, entouré de co-contractants majeurs puis de sous-traitants de spécialité. Le Mirage IV demeure un programme strictement national, comme il en existe encore aujourd'hui quelques rares spécimens de par le monde.

L'époque actuelle est plutôt en faveur des programmes internationaux, qui se concrétisent le plus souvent pour les pays occidentaux dans le cadre d'une coopération européenne ou transatlantique. Deux nouveaux programmes aéronautiques militaires peuvent être mis en évidence comme des types particuliers qui méritent l'analyse. L'avion de transport

¹¹⁸ L'auteur tient à exprimer toute sa reconnaissance à Hervé Beaumont, au général Xavier Jarry, au colonel Jean-Bernard Garineau, à l'ingénieur général de l'armement Gonin, au colonel Bernard Masia, au général Jean-Serge Schneider, ainsi qu'aux passionnés du service d'histoire orale du Service historique de l'armée de l'air pour leur aide et leur soutien dans les recherches sur le programme Mirage IV. L'auteur remercie Valérie Mérindol, Richard Aréna et Patrick Cohendet, ainsi qu'un référé anonyme, pour leurs commentaires sur des versions antérieures de cet article.

A 400 M est développé par Airbus Military SAS sur la base d'une très forte communauté¹¹⁹ avec les programmes d'avions civils Airbus. Il procède d'un cahier des charges défini conjointement par les armées de l'Air des sept pays signataires du programme pour couvrir un éventail de missions comprenant le transport tactique et logistique, l'aide humanitaire et les missions de maintien de la paix. Ce n'est pas le fait que le programme soit géré par une agence européenne (OCCAR) assumant la maîtrise d'ouvrage déléguée qui singularise le programme, mais la gestion des relations entre le maître d'œuvre industriel et les co-contractants ou sous-traitants, relations dans lesquelles le maître d'ouvrage n'a (presque) plus aucun rôle.

Autre programme qui se dessine comme un futur modèle de référence en matière de Défense, le JSF F-35 prépare l'arrivée d'un avion multi-missions centré sur l'appui sol, qui sera commandé à plus de 2500 exemplaires pour les Américains et les Britanniques, sans compter de très volumineuses perspectives¹²⁰ à l'exportation. Le programme JSF représente une autre forme de coordination entre les acteurs : la relation étroite entre Lockheed Martin et le Pentagone explique les logiques de transferts technologiques et de diffusion des informations relatives au programme à partir de différents niveaux de partenariats définis avec des pays partenaires. L'originalité du modèle repose sur un duo très fortement imbriqué entre le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre, qui organise sciemment la discrimination autour des transferts technologiques et des compétences construites à travers le programme. Même les pays (fortement) contributeurs à la R&D du programme se voient sujets à une forme de discrimination dans le cadre des réseaux de connaissances qui laissent entrevoir les marques d'une forme de *market dominance* à l'échelle de la génération de matériel qui se prépare avec le JSF, mais aussi de celles qui lui succéderont.

Les deux modèles de référence qui se dessinent autour des programmes A 400 M et JSF F-35 marquent clairement un contraste avec les modalités de coordination des acteurs qui pouvaient exister au niveau des générations de matériels précédentes, et que le programme Mirage IV peut représenter. En analysant les spécificités des flux de connaissances qui sont associés à chaque acteur, cet article va étudier l'évolution récente de la fonction de maître d'œuvre en analysant dans chaque section d'une part ses rapports avec le maître d'ouvrage, Etat donneur d'ordre, propriétaire et client et, d'autre part, les acteurs industriels, co-traitants et sous-traitants.

La section 2 entre dans les détails de l'évolution de gestion d'un tel programme dans le cadre d'un réseau émergent, figuré par l'organisation prévalant pour le Mirage IV (2.1). L'A 400 M (2.2) est ancré dans un réseau consolidé, car ce programme repose sur l'exploitation des acquis technologiques et organisationnels des programmes Airbus. Dans le même temps, et c'est ce qui le singularise en réalité, le maître d'œuvre gagne un pouvoir singulier sur la négociation des relations industrielles avec les sous-traitants, relation originale par rapport aux autres programmes de Défense parce que l'Etat perd la main sur une grande partie du processus.

¹¹⁹ Néologisme forgé pour désigner que des pièces et solutions technologiques sont communes à plusieurs programmes ; dans le cas de l'avion militaire A 400 M, plus de la moitié des pièces sont communes avec l'A 380.

¹²⁰ En particulier sur la base du remplacement du F-16, champion toutes catégories du domaine pour l'aéronautique.

La section 3 est consacrée de façon spécifique à l'évolution du rôle et des fonctions du maître d'œuvre dans le cadre de l'organisation des programmes majeurs. Cette originalité existe depuis le programme Mirage IV de Dassault (3.1) et elle se renouvelle régulièrement jusqu'à la logique spécifique de coordination et de discrimination qui marque l'originalité du programme JSF (3.2). La fonction de maître d'œuvre se révèle structurante pour la pérennisation du processus d'innovation au sein des programmes complexes qu'illustrent les programmes aéronautiques militaires, vu le nombre des technologies qui y sont mobilisées à l'échelle de la durée de vie du programme. L'importance de cette fonction (et de sa modélisation en termes de flux de connaissances) devient encore plus grande au moment de faire le lien entre la dynamique de ce processus et la perméabilité du réseau à de nouveaux acteurs.

Les trois programmes de l'aéronautique militaire analysés ici vont permettre de préciser le rôle du maître d'œuvre industriel dans la gestion du transfert des connaissances et sa fonction discriminante au sein des réseaux industriels.

Maître d'œuvre et maître d'ouvrage entre réseau émergent et réseau consolidé.

Le Mirage IV a conduit à explorer l'ensemble des domaines qui permettaient de mettre en service un avion à la limite de ce qui était alors techniquement à la portée des compétences industrielles et scientifiques. La justification était politique, mettre en œuvre la politique de dissuasion, et le programme devait être réalisé sous une très forte contrainte de temps. Tous les acteurs mobilisés faisaient partie d'un programme protégé par les plus hauts niveaux du secret, et le réseau comprenait des partenaires « sûrs ». Dans le cadre du programme A 400 M le problème ne se pose pas dans les mêmes termes puisque les compétences nécessaires existent déjà dans le cadre du réseau consolidé de la famille Airbus, qui s'adapte ensuite à la réalité du programme.

Le Mirage IV comme illustration de réseau émergent centré sur un maître d'œuvre industriel

Quand la France met en œuvre les bases du programme Mirage IV pour servir la fonction stratégique de dissuasion nucléaire qui a été décidée à la suite de la crise de Suez, le recours à des fournisseurs nationaux se révèle une nécessité car, de toute évidence, les nations qui détiennent déjà cette capacité ne sont pas disposées à en faciliter l'accès. Dans les débats au Sénat pour le vote de la loi de finances 1961, Michel Debré, alors Premier ministre, met en évidence que « *la grande puissance américaine [veut] garder aussi largement que possible le triple monopole des connaissances, des fabrications et de l'emploi* » (séance du 9 novembre 1960, p 1522).

L'analyse des transferts d'innovation des programmes Mirage IV vers les autres programmes est rendue difficile à cause des spécificités liées à la protection du secret de la Défense, ce qui semble d'autant plus légitime dans le cas d'un programme lié à la fonction de dissuasion. Les réseaux qui ont conduit à ces innovations se révèlent rétrospectivement possibles à apprécier, pour partie à cause du demi siècle qui sépare des phases initiales de R&D de ce programme mais aussi parce que, dans le même temps, de nombreux autres

programmes ont repris des solutions fondées sur ces principes. Les acteurs se concentrent sur l'exploration de nouvelles options, qui créent des ruptures technologiques à une époque où le progrès technique s'accélère en matière aéronautique. Si l'on retrouve assez vite certaines innovations dans le cadre des programmes civils comme la Caravelle ou le Concorde, c'est que les moyens mis en œuvre, la mobilisation des mêmes structures de recherche et d'essais et des mêmes scientifiques et ingénieurs rendent les constructions civiles indissociables des programmes militaires. C'est l'aéronautique dans son ensemble qui représente un secteur stratégique (Carlier 1983 : 249, 512), et non seulement sa déclinaison militaire.

C'est dans le domaine des matériaux pour la cellule et le moteur que se trouvent les innovations de rupture les plus nombreuses liées au programme Mirage IV. Un avion qui vole aussi vite et aussi haut et aussi longtemps est soumis à des contraintes de température qui sont atypiques : la vitesse maximale de l'appareil est donnée par la limite de température admissible pour les bords d'attaque en aluminium, la limite de température d'emploi devenant un élément de pilotage de l'appareil. Tous les plastiques destinés à l'étanchéité, les joints, les réservoirs flexibles, la tuyauterie souple, les gaines de fils électriques, les isolants devaient être réalisés dans des matériaux nouveaux, dont l'emploi a été généralisé par la suite. Sur le Mirage IV, les zones chaudes autour des réacteurs étaient réalisées en titane, et le modèle de présérie IV-A-04 en emportait plus de 200kg pour une masse totale à vide de 14,206 tonnes (Carlier 1989 : 97 sq). Même si « un certain nombre » d'éléments réalisés en titane ont été par la suite remplacés sur les avions de série, il demeure que des pièces en titane ou que les descendants de ces matériaux en plastique figurent aujourd'hui dans des proportions variables sur tous les avions, militaires et commerciaux.

Le programme Mirage IV a représenté pour l'époque une opération à la limite de ce qui était techniquement possible, dans des délais particulièrement contraints¹²¹. Le programme était organisé sur la base de responsabilités bien définies, avec un cahier des charges précis et stable pour l'avion imposé par le maître d'ouvrage. La Générale aéronautique Marcel Dassault (GAMD) assurait la maîtrise d'œuvre, y compris pour le système d'armes et l'enveloppe de l'arme, la seule partie sous la responsabilité du Commissariat à l'énergie atomique étant celle directement associée à la « chose ». Ainsi qu'en témoigne l'ingénieur de marque¹²² de la Délégation ministérielle pour l'armement (ancêtre de la DGA), « le rôle des services officiels n'est pas de trouver des solutions techniques. Mais de dire : la vérification grâce à laquelle vous franchirez le cap, c'est moi qui la définis [par des essais, des calculs, etc] ». Et Jean Forestier de citer, comme exemples de décision de ce type, le refus définitif de travailler avec le radar proposé par Dassault, au profit de l'ensemble

¹²¹ La contrainte de réalisation du programme ne concerne pas directement les coûts, mais les délais de réalisation, puisque l'objectif est d'assurer le plus vite possible la crédibilité de la France parmi les nations nucléaires. Le programme se déroule sur une durée record de huit années entre la notification du contrat d'études en novembre 1956 et la livraison du premier avion de série en février 1964, avec la première prise d'alerte de l'escadron de bombardement stratégique « Gascogne » en novembre 1965. La mission nucléaire des Mirage IV a pris fin en juillet 1996, et le dernier Mirage IV (dans sa version de reconnaissance stratégique) a été retiré du service actif en juin 2005 après que l'ensemble de cette flotte aura aligné 337 000 heures de vol en quarante et un ans de service opérationnel.

¹²² Le témoignage de l'IGA Jean FORESTIER est disponible dans les archives d'histoire orale du département Air du Service historique de la Défense. Il a été enregistré les 17 novembre 1986 et 30 janvier 1987.

proposé par CSF pour le radar ventral, ou encore le choix du Doppler Marconi qui était arrivé deuxième des quatre mises en concurrence successives. Au-delà de la désignation de la GAMD comme maître d'œuvre, ce point explique aussi la réussite dans le développement du Mirage IV et s'illustre par la grande autonomie de ses responsables étatiques¹²³ qui rendaient compte directement au chef de l'Etat pour l'avancement de ce programme particulier. A un stade aussi précoce sur les trajectoires associées aux nouvelles technologies inhérentes aux nouvelles générations d'avions d'armes supersoniques, les firmes « découvrent » presque tout. L'intégrateur se singularise par sa capacité à comprendre les architectures en même temps que les champs technologiques relatifs aux composants se construisent. Le choix du radar CSF au détriment du projet de Dassault l'illustre bien : Dassault maîtrise presque toutes les connaissances technologiques (*component knowledge*) indispensables à l'époque pour construire un bombardier stratégique, au moins dans le cadre « théorique » de son bureau d'études, mais il ne le fait pas tout à fait au même niveau de maturité que ses interlocuteurs spécialistes. En revanche la GAMD, dirigée par un ingénieur conseil et centrée sur son bureau d'études, représente la seule structure où la construction détaillée d'une *architectural knowledge* se révèle possible.

L'énumération des sous-traitants et des collaborations de fabrication du programme Mirage IV ne présente pas d'intérêt par elle-même. Il est intéressant de relever en revanche que l'ampleur de la coopération industrielle a atteint sur le programme une ampleur sans précédent, qui figure explicitement¹²⁴ dans la lettre de commande notifiée par l'Etat en 1960. Cette activité est structurée sur la base de partenariats très forts entre les acteurs industriels qui, plusieurs programmes (civils et militaires) après, travaillent encore ensemble aujourd'hui. Le partenariat vise à fournir des services bien définis au maître d'ouvrage, qui sont identifiés dès l'amont dans les phases de R&D et participent de la crédibilité de la réponse à l'appel d'offres. En découle une synergie très forte entre acteurs industriels, et une complémentarité inscrite dans la durée par des échanges reposant sur la confiance. Les flux d'information sont gérés à partir d'une forme de réseau en étoile qui renvoie de façon spécifique au bureau d'études de Dassault. Dès les années 1970, les études de la Rand corporation (Perry 1973) explicitent que la stratégie industrielle est centrée sur le développement alors que la production est assurée par les sous-traitants, le maître d'œuvre ne réalisant en interne que 17% du programme total. Dans la dynamique du réseau, l'intégrateur du système se concentre sur les briques technologiques indispensables à l'*architectural knowledge*, et délègue le *component knowledge* aux autres acteurs. Chacun des co-traitants ou sous-traitants de spécialité tire du maître d'œuvre ce qui est nécessaire pour contribuer aux programmes successifs et construire sa contribution dans la

¹²³ Traditionnellement, au nombre de deux pour tous les programmes d'armement : un représentant de l'Etat major concerné par le programme (pour le Mirage IV, l'état-major de l'armée de l'air était représenté par le lieutenant-colonel VILLETORTE) et un représentant de la DMA/DGA (ingénieur en chef de l'armement Jean FORESTIER).

¹²⁴ La GAMD faisait le montage des fuselages, fabriquait le fuselage avant, faisait les noyaux coniques mobiles des entrées d'air et la carène arrière du fuselage. Sud Aviation fabriquait la voilure aménagée, le fuselage central des cadres et le fuselage arrière des cadres, la jonction du fuselage central et du fuselage arrière, les carènes des entrées d'air. Bréguet fabriquait la dérive hors panneaux. Morane Saulnier/Potez fabriquait la pointe avant. Messier fabriquait le train d'atterrissage. La GAMD assurait le montage final, le contrôle et les essais en vol de réception.

durée. Le maître d'œuvre privilégie (selon la Rand corporation) des choix minimisant tous les risques technologiques ; il recourt à des solutions techniques « simples » [*design simplicity*]. Le rôle de l'ingénieur conseil et l'omniprésence de Marcel Dassault dans le processus se matérialisent alors par le travail dans le cadre d'équipes peu nombreuses, tant au niveau des partenaires extérieurs que des collaborateurs directs. Les entrées et sorties du réseau sont directement associées au besoin ou au maintien des compétences nécessaires pour la réalisation d'un programme particulier mais, et l'histoire de Dassault le montre bien, la stratégie du groupe industriel assurant la maîtrise d'œuvre subordonne l'efficacité (et la survie) du réseau à la capacité à enchaîner les programmes successifs.

Connaissances tacites et rôle du maître d'œuvre industriel dans les réseaux : consolidation vs émergence.

Le monde de l'aéronautique tel qu'il est décrit autour des programmes Mirage IV permet assez bien de caractériser la notion de connaissance tacite (cf. Callon : 1999 : 39 sq). Deux catégories distinctes de ces connaissances co-existent en réalité : celles qui sont reliées à une logique de secret et celles qui sont associées à l'incorporation dans les êtres humains, et dont l'articulation avec les autres acteurs est problématique. Les investissements associés à la fabrication de nouvelles connaissances sont liés à des propriétés locales, qu'illustrent parfaitement les programmes aéronautiques civils ou militaires. Le programme Mirage IV et l'organisation de la maîtrise d'œuvre de Dassault marquent l'émergence d'un réseau stable de partenaires (co-contractants majeurs et sous-traitants de spécialité ou de capacité) qui traduit l'existence d'un collectif approprié à l'explicitation des connaissances. Analyser les réseaux aéronautiques sur la durée conduit alors à une question embarrassante : le réseau est-il condamné à présenter éternellement les caractéristiques d'un réseau émergent ou parvient-il à évoluer vers ce que Callon (1999) désigne comme un réseau consolidé ? L'analyse des flux de connaissances permet d'aborder la question.

À partir d'un petit nombre d'acteurs qui prennent l'habitude de travailler ensemble, et dont les compétences émergent et s'entretiennent au sein du réseau, les degrés de rivalité diminuent entre les acteurs qui sont placés dans une relation de dépendance. Cette relation est double : à la fois envers le maître d'œuvre industriel, parce qu'il « administre » le réseau en étoile autour de lui, et envers les autres acteurs du réseau, parce que la crédibilité de l'équipe dépend de l'existence de toutes les compétences au sein du programme. C'est la complétude du puzzle de compétences qui importe pour la réussite du programme. La construction du réseau repose sur des échanges de connaissances qui surviennent au fur et à mesure que les phases de R&D des programmes s'enchaînent, et qui connaissent des répercussions sur un programme particulier. L'identification des acteurs ouvre simplement la voie aux relations de confiance qui sont nécessaires¹²⁵ sur le long terme. Un programme spécifique représente une coupe instantanée (*cross section*) mais par nature la composante dynamique est indispensable pour comprendre les complémentarités entre acteurs sur la durée. Au fur et à mesure que s'enchaînent les programmes (avec leurs phases de R&D et de production), chaque firme apporte des compétences complémentaires de celles qui sont détenues par les autres partenaires du réseau, et y justifie par là sa place.

¹²⁵ Un dilemme du prisonnier en jeu répété peut suffire à expliciter ce point.

Le cas des programmes aéronautiques de Défense permet donc d'explicitier la position de Callon (1999 : 38-40) sur les réseaux. Dans son développement qui est relatif aux interfaces entre la recherche académique et l'industrie¹²⁶, Callon montre (1999 : 46, 48) que la phase de consolidation du réseau peut être mise en relation directe avec la mobilisation de connaissances codifiées. Il décrit des anticipations complètes qui se forment alors progressivement au niveau de la mise en place d'un programme. Ce résultat n'est pas tout à fait valide dans le cas des réseaux de connaissances du secteur aéronautique. Le fond de la question renvoie en réalité au fait que la présence de chacun demeure pertinente pour la productivité du réseau. Dans un réseau comme celui qui existe autour du maître d'œuvre, peu importe que les connaissances mobilisées soient tacites ou codifiées à partir du moment où chacun des acteurs justifie sa présence à partir de contributions originales ou de compétences indispensables (R&D ou fabrication). Du point de vue du maître d'œuvre, le réseau se justifie, d'une part, parce que les connaissances présentent un fort degré de complémentarité qui permet à chacun de contribuer au programme global et, d'autre part, parce que les compétences (mêmes rivales au départ) s'appliquent à des contextes d'innovation distincts (la propriété de localisation est alors utilisée à rebours). Les propriétés qui, chez Callon, sous-tendent la consolidation du réseau ne semblent donc pas conserver leur pertinence lorsque le raisonnement dissocie l'efficacité du programme final du réseau en tant que tel. En particulier des connaissances substituables ne conduisent pas automatiquement à une duplication inutile des compétences, vu la multiplicité des contributions possibles (en R&D ou en fabrication).

Dans le cadre du réseau, et *a fortiori* dans le contexte d'une innovation régulée par des choix minimisant le risque technologique, toutes les connaissances produites sont assez contextualisées pour permettre leur valorisation par les divers partenaires du processus de développement, puis de production. L'identité de chaque acteur tient aux compétences qu'il maîtrise et à sa capacité à en retirer un avantage comparatif, programme par programme. Les routines et dispositifs organisationnels mis en œuvre pour exploiter les nouvelles compétences sont engagés sur la base d'une forte dépendance à une trajectoire qui a permis la convergence des différents partenaires dans le cadre de programmes successifs. Le rôle du maître d'œuvre se révèle alors de toute première importance pour faire évoluer la convergence entre acteurs qui permet de caractériser la consolidation du réseau. La maîtrise de l'*architectural knowledge* par le maître d'œuvre industriel suppose donc une connaissance fine de la base des connaissances communes au réseau, qui est mise au service du montage de nouveaux projets. Au fur et à mesure que se poursuit la trajectoire de l'innovation (incrémentale et /ou de rupture) dans le *component knowledge*, la complémentarité des partenaires se préserve dans la durée sous la dynamique impulsée par le maître d'œuvre au niveau des programmes. Il devient intéressant de relever que la dynamique du réseau dépend directement du rôle du maître d'œuvre des programmes aéronautiques, et que l'opposition configuration émergente vs consolidée (stabilisée) proposée par Callon ne peut pas s'appliquer en l'état aux réseaux qui concrétisent les programmes aéronautiques. A partir du moment où le maître d'œuvre industriel joue un tel

¹²⁶ Le contexte d'utilisation des notions de réseaux émergents et de réseaux consolidés retenu par Callon (1999) n'a rien à voir avec les programmes de l'aéronautique, civile ou militaire. .

rôle pivot¹²⁷ au niveau de la structuration du réseau, la « consolidation » des connaissances tacites et localisées peut aussi survenir dans un réseau « émergent » car le maître d'œuvre sert de médiateur pour distribuer les rôles des chacun et leurs contributions au programme complexe. Deux raisons expliquent cette situation. D'abord la spécialisation des acteurs autour du clivage *architectural / component knowledge*. Ensuite le fait que les savoirs et stratégies des différents acteurs demeurent totalement lisibles pour le maître d'œuvre industriel, y compris dans un cadre pour l'essentiel bilatéral rendant les choses opaques pour les autres contributeurs au réseau.

Les enjeux de la consolidation du réseau peuvent alors se faire jour à travers l'exemple des équipementiers de l'Airbus militaire A 400 M. Le contexte économique du programme se révèle largement moins favorable que celui qui prévalait dans le contexte des programmes de type Mirage IV. EADS/Airbus n'a pu repousser l'achat par les Etats européens des appareils concurrents produits aux Etats-Unis (C-130J et C17 Globemaster) qu'en promettant à ses clients d'appliquer des critères économiques très stricts, en particulier au niveau de ses propres achats. Cette démarche repose sur l'efficacité de l'*architectural knowledge* détenue par Airbus au niveau des programmes civils. Airbus détient donc les moyens explicites, requis par le maître d'ouvrage, pour sélectionner le moins disant parmi ses fournisseurs, même si peu importe sa localisation géographique.¹²⁸ Cette dernière clause contrevient aujourd'hui aux logiques associées à la politique industrielle qui a conduit à la mise en place du consortium Airbus. Elle revient à fragiliser le réseau strictement européen qui avait permis la stratégie initiale privilégiant l'exploitation des succès technologiques et organisationnels qui existent autour de la famille A 330 et de l'A 380 en particulier, et qui a conduit au choix d'Airbus military comme maître d'œuvre pour capitaliser sur les spécialités et capacités des firmes européennes. L'alternative oppose deux options : le maintien des compétences sur le moyen et long terme, et la maîtrise des coûts sur le court terme.

De l'aveu même d'Airbus (*cf.* Air et cosmos n°1912, 14/11/2003 : 12-13) la part des sous-traitants européens s'est réduite de 60% sur les programmes A 320 et A 330/340 à 50% sur le programme A 380, pour diminuer encore avec l'A 400 M, faute de capacités de financement suffisantes. Cette situation s'aggrave encore par le fait que les mécanismes d'avances remboursables pour financer le développement ne s'appliquent que dans le cas des programmes civils, et que donc les sous-traitants doivent financer leur R&D en interne en attendant le retour sur investissement qui accompagne le paiement des livraisons. Le programme se trouve donc confronté à une forte tension qui concerne en particulier le choix des firmes de sous-traitance qui ne sont pas aussi visibles que les équipementiers majeurs (par exemple la motorisation), dont le choix obéit à des logiques plus « politiques », mais qui demeurent tout aussi stratégiques à long terme. Certes

¹²⁷ Le rôle pivot du maître d'œuvre se préserve tant que l'*architectural knowledge* qu'il détient demeure pertinent pour la réussite des programmes à venir. Il peut être supplanté si d'autres connaissances stratégiques remettent en cause sa compétence. C'est le cas aujourd'hui avec les nouvelles technologies de l'information et de la communication, où certains « spécialistes » prennent la préséance dans l'intégration des systèmes sur les maîtres d'œuvres « traditionnels ».

¹²⁸ C'est d'ailleurs spécifié dans le contrat qui lie Airbus military à l'Agence européenne d'acquisition dénommée OCCAR (Organisme commun de coopération en matière d'armement), maintenant reliée fonctionnellement à l'Agence européenne pour l'armement. Cette structure représente une première en matière de programmes militaires.

l'exploitation de développements déjà maîtrisés et l'achat sur étagères hors de la base industrielle et technologique européenne de Défense peuvent représenter une conséquence légitime des préoccupations en matière de coûts, mais il n'en demeure pas moins que la construction des compétences futures repose entièrement sur une logique distincte. La complémentarité qui permet la consolidation du réseau ne renvoie pas automatiquement à une question de non-substituabilité des connaissances, en particulier si des connaissances substituables sont mises au service de contributions complémentaires. La minimisation des coûts d'un programme dans le court terme représente une cible de management peu compatible avec la préservation du réseau de compétences et avec l'émergence des connaissances nouvelles, cible qui bénéficierait d'un complément d'analyse sur une base intertemporelle en matière de coûts mais, plus encore, en termes de sécurité d'approvisionnements. Cette logique n'a rien à voir avec la constitution d'une « forteresse »¹²⁹ de quelque nature, elle associe simplement la complétude du réseau à la consolidation des compétences qui conditionne de façon directe la capacité à permettre la continuité de la mission opérationnelle (cf. Versailles 2003a) à l'échelle de la succession de plusieurs programmes.

La fonction d'intégrateur de systèmes et les frontières des réseaux de connaissances.

Les programmes Mirage IV et JSF se ressemblent en apparence. Dans les deux cas, le maître d'ouvrage étatique est très présent. Dans les deux cas, la maîtrise d'œuvre industrielle est donnée à un acteur unique, la GAMD dans le premier cas et Lockheed Martin dans le second. Dans les deux cas, de nombreux équipementiers majeurs sont présents ; Pratt et Whitney, Rolls Royce, General Electrics, British Aerospace Systems peuvent être mentionnés dans le cas spécifique du JSF. De nombreux sous-traitants de capacité et de spécialité peuvent également être mentionnés, à toutes les phases des processus et y compris de la R&D.

Le métier d'intégrateur de systèmes du Mirage IV au F-35 Joint Strike Fighter [JSF]

Dans le domaine de la Défense, les compétences d'intégrateur de systèmes peuvent être appréhendées selon trois niveaux différents en fonction de la complexité du programme, pour combiner une variété de technologies (Dombrowski & al, 2002 : 56 ; Gholz, 2005 : 281). Le premier niveau concerne l'intégration d'un sous-ensemble complet à peu près autonome, tel que le radar ou encore la « chose » emportée par le Mirage IV qui était commandée par le système de navigation et de bombardement. Le deuxième niveau concerne l'intégration de plateformes et repose sur la capacité d'intégration des différents équipements. Le troisième niveau correspond aux « systèmes de systèmes » : il implique un niveau supplémentaire de complexité par rapport à celui d'intégrateur de plateformes et l'enjeu consiste à savoir connecter différentes plateformes entre elles. Les compétences nécessaires pour comprendre et faire le lien entre les différentes spécialités techniques sont alors extrêmement variées. Le métier d'intégrateur requiert, pour être présent aux

¹²⁹ À l'échelle de l'Europe, des Etats-Unis ou de l'OTAN, d'ailleurs...

deuxièmes et troisièmes niveaux, une maîtrise spécifique des processus d'apprentissage et une capacité à mobiliser des connaissances.

Dans le domaine de l'aéronautique, le management des compétences de base a conduit à une spécialisation industrielle par site qui se prolonge par la hiérarchisation du réseau (Kechidi, 1996 : 99-120). Deux principes prévalent : recentrage sur le métier de base et application d'un principe de subsidiarité pour la structuration des métiers et des complémentarités entre les acteurs. Ces questions peuvent être analysées au prisme de l'intensité en connaissance des activités qui sont déléguées. Les activités non stratégiques sont reléguées au niveau des sous-traitants de capacité, *a fortiori* si elles relèvent d'un processus de production parfaitement codifié. Plus on se rapproche du noyau dur des intégrateurs systèmes des programmes, plus les connaissances (et donc les activités qui en découlent) recèlent une valeur stratégique et sont donc conservées en interne pour préserver l'avantage concurrentiel et le pouvoir de marché. Dans le cadre des compétences de l'intégrateur de systèmes, cela sous-entend que cet acteur de l'industrie « sait » faire faire et comprend tout ce qui touche à la mise en place des fonctions associées au programme complexe, y compris celles qu'il n'assume pas lui-même. Au niveau des intégrateurs de systèmes, les rapports de force qui émergent autour des connaissances et des compétences stratégiques ne sont donc pas anodins et ils s'appliquent pleinement aux questions de coordination interne et externe. En découle donc une répartition des droits décisionnels aux acteurs qui détiennent la connaissance et ont prouvé mériter la confiance de l'usager final, dans le cadre d'un jeu subtil d'influences qui restreignent le périmètre de la coopération internationale par une appréciation stratégique de l'autonomie ou de l'indépendance¹³⁰ sur une base de sécurité des approvisionnements. Au-delà de leurs coûts, les systèmes majeurs associés à la fonction de Défense sont caractérisés par des durées de développement et des durées de service opérationnel très longues, qui s'élèvent à plusieurs dizaines d'années en tenant compte des phases de retrofit. A ces échelles de temps et dans le contexte de la succession des générations de matériel, la confiance entre maître d'ouvrage et maître d'œuvre industriel résulte directement de l'efficacité des matériels sur le champ de bataille.

Avec le programme Mirage IV, la GAMD construit la compétence d'intégrateur de système aux deux premiers niveaux cités par Dombrowski *et al.* Le premier niveau concerne l'intégration des sous-ensembles fabriqués par les équipementiers principaux (les trains d'atterrissage par exemple). Le deuxième niveau concerne des plateformes complètes, et peut être illustré par l'interfaçage entre des sous-ensembles déjà plus élaborés, qu'illustrent assez bien le radar ou les réacteurs. Au fur et à mesure que les programmes se complexifient et que les générations de systèmes d'armes complexes se succèdent, ce deuxième niveau devient à son tour plus complexe et il devient de plus en

¹³⁰ Le cas spécifique des porte-avions britanniques et du deuxième porte-avions français, faux frère jumeau des deux premiers, mériterait une analyse spécifique de la relation imbriquant les responsabilités de BAE Systems et de Thalès. Le choix britannique dicté par les considérations de politique intérieure a conduit à afficher une répartition des droits décisionnels peu lisible au regard de la dynamique de la répartition des connaissances. La problématique du Typhoon du consortium Eurofighter renvoie pour sa part à deux points qui n'ont à voir que très indirectement avec la problématique de cet article : d'une part, à une divergence initiale et récurrente sur la fiche de spécifications de l'avion et, d'autre part, à un besoin de construire *ex nihilo* une compétence d'intégrateur parmi des opérateurs industriels qui tous détenaient un *component knowledge* important, mais aucun *architectural knowledge* véritable.

plus difficile de maîtriser totalement les savoir-faire requis pour contrôler et diriger l'ensemble du programme. En ce sens, le programme Mirage IV est simple, au moins pour autant qu'il peut se comparer aux avions d'armes de la génération du JSF, ou même à la précédente.

La singularité du programme est due à l'époque particulière de construction des compétences aéronautiques en France, à la fois dans les domaines civils et militaires, dans le cadre d'un réseau émergent. De forts investissements en R&D permettent d'explorer des voies spécifiques et de construire des compétences originales. Les co-contractants de Dassault sont non seulement partie prenante dans l'assemblage, mais également dans les phases de design et dans les démonstrateurs. A ce stade des processus d'émergence des compétences au sein du réseau, ces contributions sont indispensables car les solutions technologiques découlent de la complémentarité des démarches. Il en est ainsi de la validité technologique du choix des entrées d'air pour le réacteur du Mirage IV, ou encore du système de capteur de pression qui permet de fermer les sorties d'air des tuyères pour maintenir la vitesse à basse altitude et permettre l'atterrissage sur un avion à voilure delta qui est obligé de se poser « vite ». L'atterrissage se réalise avec un angle de cabrage assez élevé, qui ne peut exister à son tour qu'avec l'aide d'une cinématique des atterrisseurs principaux très élaborée. L'interaction étroite entre le maître d'œuvre industriel, ses équipementiers majeurs et leurs sous-traitants se révèle alors nécessaire, comme dans un puzzle à l'échelle du programme : les options technologiques retenues ne peuvent être validées que dans le cadre d'une évaluation globale à l'échelle de l'architecture tout entière au service de l'efficacité opérationnelle qui est attendue pour le programme. La compétence de l'intégrateur se construit donc autour de l'*architectural knowledge*, en fait dans l'interaction avec le client pour apprécier en quoi le puzzle de solutions technologiques envisagées répond au problème posé par la mission. Cette fonction constitue en soi une compétence spécifique, qui dépasse le niveau du *component knowledge* dans la mesure où elle suppose la vision globale de toutes les interactions. Tout le problème est d'ailleurs de protéger le processus de décision de la « perfectionnisme » (sic Forestier) qui induit des surcoûts et des délais de réalisation sans permettre aucun recul à l'échelle du programme. La démarche de ces acteurs ne peut donc pas être disjointe et les flux de connaissances qui sont constatés représentent le ferment qui pousse les agents à coopérer. Ce processus peut se modéliser de façon tout à fait endogène à partir de l'arbitrage entre les coûts d'acquisition de la connaissance par les agents et la communication au sein du réseau (cf. Garigano, 2000). En découle une forme de spécialisation des agents au sein même du réseau des acteurs, à travers des strates de *component knowledge* associées à des solutions de problèmes concrets plus ou moins probantes. Les compétences des acteurs du réseau s'empilent alors pour constituer des hiérarchies basées sur la connaissance, depuis la solution de problème la plus « codifiée » dans le socle jusqu'à l'hypothèse la plus audacieuse pour le problème le plus « exceptionnel » [au sens premier du terme] dans la pointe.

Chacun recourt à la connaissance comme à une réponse temporairement valide à un problème qui se pose de façon concrète au sein de la vie du programme.¹³¹ Une forme de

¹³¹ Cf. Boland, 2003 : 268, 277 pour la description de la dynamique situationnelle. La question de la compatibilité entre la théorie de la rationalité individuelle et la théorie de connaissance se pose. Boland

subsidiarité s'applique aux couches de connaissances qui se répartissent entre les divers acteurs, selon leurs fonctions et leurs contributions au réseau. Cette dynamique fait référence aux rôles respectifs des maîtres d'œuvre industriels et des autres acteurs au sein du réseau, et aux problèmes que chacun d'eux doit traiter dans le cadre de son niveau de responsabilité. Elle comporte explicitement une appréciation du caractère stratégique de la connaissance, en relation directe avec l'importance du problème résolu. Le résultat de Kechidi (1996) évoqué plus haut se retrouve alors et la logique de spécialisation se révèle pertinente puisqu'elle explicite autrement la complémentarité entre les acteurs. En réalité, le caractère endogène de l'émergence de la hiérarchie doit être précisé. Le calcul économique et l'arbitrage spécialisation / investissement en connaissance sont réalisés dans le cadre de relations de marché asymétriques, où le pouvoir de négociation du maître d'œuvre industriel vis-à-vis du maître d'ouvrage ou de ses fournisseurs existe à partir de compétences particulières, indispensables à l'organisation du programme. Autrement dit, si l'arbitrage entre coûts d'acquisition de la connaissance et communication au sein du réseau était pertinent pour expliquer de façon endogène la spécialisation des acteurs industriels dans le cadre d'un programme complexe¹³², alors les compétences détenues par chacun d'eux permettraient à plusieurs d'entre eux de prétendre à ce rôle dans les premières phases de l'émergence du réseau. Or il n'en est rien. Dès le départ du processus de formation du réseau de connaissance/compétences, un seul acteur peut prétendre détenir les compétences associées au statut de maître d'œuvre industriel. Celles-ci seront constatées *ex post* parce qu'elles seront associées au seul acteur du processus industriel qui détient les compétences propres à la négociation avec le maître d'ouvrage et à la coordination de tous les autres acteurs. A ce stade, la spécification de compétences se définit programme par programme de façon très pragmatique et, peu importe les connaissances sous-jacentes relèvent du codifié ou du tacite ou encore du *component* ou de l'*architectural*, elles sont toujours validées au regard de situations de problèmes précises. Elles sont ensuite mobilisées pour résoudre les problèmes concrets associés à d'autres programmes.

Ces points résument l'enjeu des restructurations industrielles qui sont en cours aujourd'hui en Europe ou aux Etats-Unis. Qui pourra prétendre demain au statut de maître d'œuvre pour les générations futures de programmes d'armement ? L'industriel qui était traditionnellement associé aux plates-formes (comme les héritiers des avionneurs de la génération du Mirage IV) ou alors celui qui fournit les services utiles qui y sont associés ? Aujourd'hui plus de 50% du coût total de possession d'un programme complexe est en relation directe avec les sous-ensembles informatiques embarqués, et la logique de forte mise en réseau des activités militaires (« *network centric warfare* ») laisse augurer d'une radicalisation de cette tendance. C'est là que l'analyse peut toucher du doigt le caractère très complexe de la troisième fonction décrite par Dombrowski pour décrire la fonction d'intégrateur de systèmes : le niveau des systèmes de systèmes. Aujourd'hui Lockheed Martin illustre assez bien la masse des compétences qui sont requises pour prétendre à ce type de fonction. Le JSF, décrit comme le « *network centric fighter* », est sous la maîtrise d'œuvre d'un industriel apte à travailler sur les plates-formes (il est tout de même l'industriel du F-16), sur les technologies parmi les plus indispensables aux programmes

désigne comme modèle « POPPER-HAYEK » de la connaissance une référence méthodologique et épistémologique cohérente, faisant référence à l'« individualisme institutionnel » d'Agassi (1975).

¹³² Ce qui représente l'hypothèse de Garigano 2000 pour sa modélisation.

militaires modernes (comme la furtivité, dans ses deux composantes forme et matériaux), et des sous-systèmes majeurs (par exemple tous les sous-jacents au C4ISR¹³³). Il touche à un volume de compétences qui n'est pas accessible sans une certaine taille (critique) et sans la maîtrise des modes de gestion des connaissances requises. C'est un nouveau niveau d'intégration qui se fait jour et transforme les fonctions du maître d'œuvre industriel. Auparavant ce métier relevait exclusivement du maître d'ouvrage. Le niveau de complexité des situations de problème conduit à remettre en cause, en fonction du périmètre associé à chaque programme, la fonction de l'intégrateur.

Intégration de systèmes et discrimination des acteurs : un repositionnement des maîtres d'œuvre

L'attribution d'un contrat de maîtrise d'œuvre à un industriel « récompense » la performance sur un projet, mais dans le même temps elle inscrit le groupe industriel qui gère le projet et ses principaux co-contractants dans une course en avant où il sera idéalement positionné pour créer des connaissances nouvelles, réagir au retour d'expérience, et rendre opérationnelles ses compétences futures. Les mécanismes de création de connaissance doivent donc être appréciés au regard de l'imbrication très forte entre les différents programmes d'armement à deux niveaux : d'une part les équipements majeurs sont implémentés en parallèle et les générations s'imbriquent les unes les autres, d'autre part les phases de R&D et de production de chaque génération d'équipement majeur s'entrechoquent et se succèdent à travers la production initiale et les périodes de retrofit (cf. Versailles 2003a : 27-9 ; Birkler et al, 2002). A l'échelle du JSF de Lockheed Martin, les choses ont évolué selon des phases définies par une instruction du Département de la Défense américain. La définition des besoins de l'utilisateur et des options technologiques majeures a été initiée officiellement en 1994, sur la base de programmes de R&D et de quelques « *black programs* »¹³⁴ antérieurs. Elle s'est déroulée dans une logique de concurrence entre maîtres d'œuvre potentiels, la décision d'attribuer le contrat à Lockheed Martin intervenant le 26 octobre 2001, en défaveur de Boeing, avec application de la logique « *winner takes all* ». Depuis cette date le programme est entré en développement.¹³⁵

Les enjeux du programme JSF articulent en réalité trois domaines : industriel, budgétaire et opérationnel. En raison du niveau du volume d'appareils produits, du tarif unitaire par appareil (entre 55 et 100M\$ courants pièce), de la supériorité technologique qu'ils véhiculeront (en particulier en matière de furtivité et de fonctionnalités réseau centrées), le JSF entraînera une véritable rupture qui conditionnera la supériorité opérationnelle. Le paysage industriel sera donc simple à décrire : il y aura les firmes du réseau JSF, et les

¹³³ C4ISR : Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance.

¹³⁴ Dont un, en particulier, attribué à Lockheed Martin sur la furtivité.

¹³⁵ La production standardisée doit débuter en 2008, avec les premières unités opérationnelles entre 2010 et 2013 selon les versions et les évaluations actuelles. La commande américaine nécessitera que les lignes de production tournent jusqu'en 2020 au minimum, pour un besoin total de l'ordre de 2500 appareils selon les engagements budgétaires actuels. Sur l'effet d'éviction induit par ce programme sur les budgets de R&D militaire, cf. Versailles 2003b ; pour la mise en perspective des exercices de prospective scientifique avec les choix de partenariats et les listes de contributeurs au programme dans le domaine de la R&D, cf. Versailles et Mérindol 2005.

autres. Ceux qui font partie du réseau bénéficieront de certaines compétences, plus ou moins autonomes mais toujours dans le *component knowledge* ; les autres acteurs ne participeront pas aux mécanismes de construction de l'expertise sur les nouvelles briques technologiques et seront progressivement relégués hors du secteur. Les générations précédentes de programmes étaient gérées sur la base de transferts de compétences et de partenariats industriels, mais dans le cadre du programme JSF le Pentagone et Lockheed Martin ont pris soin de préciser, dès le départ, qu'aucune chaîne de production ne serait dupliquée (y compris pour les Britanniques). En outre, ils n'ont encore signé aucun accord de compensation, de quelque nature. Le cercle vicieux de la gestion des transferts de compétences est parfaitement bouclé, ce qu'illustre la furtivité de l'appareil qui représente une des caractéristiques majeures du programme. Les formes de l'avion (en particulier le dessin des entrées d'air) et les matériaux anéchoïdes recouvrant l'appareil relèvent du noyau dur qui doit être protégé au titre de la supériorité opérationnelle et des savoir-faire industriels de Lockheed Martin. Ils justifient donc que toute la maintenance majeure sera réalisée par les ateliers de Lockheed Martin aux Etats-Unis, et représentent déjà des freins à l'exportation de l'appareil. A ce stade, les Etats étrangers qui financent une partie de la R&D du programme ne savent même pas s'ils pourront éventuellement commander les appareils qu'ils ont déjà financés pour partie. La préservation des compétences stratégiques du maître d'œuvre industriel sur l'*architectural knowledge* et sur les briques les plus critiques de *component knowledge* conduit donc à une caricature pour les autres acteurs du secteur, en particulier internationaux. La préservation d'un plan de charge pour les structures compétentes en R&D dans certains pays qui détiennent déjà une industrie aéronautique militaire passe donc par une alternative entre la préservation de l'emploi du secteur dans le cadre d'une situation de dépendance envers Lockheed Martin et le Pentagone, et une perte de compétences garantie à moyen terme. La seule échappatoire pour un *outsider* résiderait dans l'éventualité d'une innovation de rupture entièrement décorrélée des compétences antérieures détenues au sein du réseau de l'intégrateur, et qui remettrait en cause l'efficacité des solutions proposées par le « club ». Il est difficile de présager d'une telle éventualité (technologique), mais il semble tout de même douteux que les masses budgétaires engagées dans la R&D du programme JSF puissent être compensées, *a fortiori* au vu des coopérations et alliances internationales en la matière. Ces deux points laissent imaginer que les intégrateurs de systèmes américains¹³⁶ tels Lockheed Martin veulent donner raison à la littérature scientifique sur les CoPS (*cf.* Hobday 1998 ; Prencipe et al 2005) puisque l'élargissement de la gamme des champs technologiques a été intégré comme leur stratégie industrielle (à la fois pour la fonction de R&D et la stratégie de croissance externe).

Dans le cadre du programme JSF, les transferts de connaissance sont encadrés de façon très stricte sous la forme d'accords bilatéraux entre, d'une part, le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage et, d'autre part, les pays tiers ou les entreprises étrangères. Les négociations ne sont d'ailleurs pas menées de façon homogène pour les participants au programme, et l'interaction avec les entreprises étrangères et les Etats étrangers se fait dans un ordre dispersé. Pousser l'analyse un cran plus loin à partir du programme JSF conduit à revenir sur les rouages des processus de création de connaissance et à calibrer les transferts

¹³⁶ Se distinguant ainsi de leurs homologues européens qui étaient auparavant spécialisés dans les plateformes.

entre connaissances tacites et codifiées. Sans entrer dans une discussion spécifique des contributions de Nonaka *et al.*, il est possible de faire référence au schéma de conversion de la connaissance entre tacite et codifié auquel ils recourent souvent (Nonaka et Takeuchi, 1995 ; Nonaka, Toyama, Byosiére, 2001 : 498) et de passer à ce crible les diverses contributions au programme JSF. Leur raisonnement reprend un tableau (2x2) dont chaque case correspond à une phase : socialisation, externalisation, combinaison et internalisation des connaissances. Le passage de case en case permet de définir une spirale dynamique de conversion des connaissances (dans l'ordre, SECI). Les contributions internationales au programme sont structurées à partir des « tickets » d'entrée financiers et des compétences technologiques des pays contributeurs.¹³⁷ Quatre catégories ont été définies pour gérer les participations au programme JSF, qui sont ensuite évaluées au prisme du schéma SECI :

- Les « participants majeurs » (Israël, Singapour, Turquie) bénéficient de certaines informations techniques, permettant en particulier l'accès au maintien en conditions opérationnelles.
- Les « partenaires informés » (Italie et Canada depuis 1998) bénéficient de toute l'information technique « pour comprendre et évaluer l'utilité de la famille JSF » (sic).
- Les « partenaires associés (ou limités) » (Norvège et Pays Bas depuis 1996, Danemark depuis 1997) participent à des projets de recherche sur des niches technologiques spécifiques, ouvrant la porte à une forme d'influence de leur part sur cette technologie, et/ou au cœur du programme, mais sans pouvoir en influencer la définition.
- Pour le « partenariat de développement collaboratif », un seul Etat a été élu : le Royaume Uni. Il n'y véritablement ici aucune limite théorique aux transferts de connaissance entre partenaires, mais la réalité a fait que les Britanniques ont été limités au seul domaine technologique du décollage court et de l'atterrissage vertical, compétence qu'ils détenaient déjà et qui représente un *component knowledge* critique pour la version du JSF destinée à leur aéronavale et aux *Marines* américains.

Il apparaît facilement que la définition des quatre catégories permet à tous les partenaires étrangers d'accéder au processus de *socialisation* des connaissances, c'est-à-dire de transformation des connaissances tacites vers des connaissances codifiées. Par la contribution plus ou moins spécialisée aux programmes de tests et d'essais, chaque pays accède donc à une parcelle de l'information et des compétences relatives à la technologie qui le concerne. Il en va de même pour le processus d'*externalisation* (de tacite vers explicite), qui est de toute façon indispensable pour autoriser les firmes américaines du programme à externaliser une partie de leur activité vers des partenaires dont les capacités de production ou de tests et d'essais n'étaient pas saturées. Les spécifications associées à chaque type de partenariat permettent de circonscrire avec précision les accès aux informations disponibles et, encore plus, aux retours d'expérience. Chaque contributeur obtient les informations qui lui permettent de travailler dans son propre domaine, mais il s'y trouve confiné à la hauteur

¹³⁷ Pour un engagement total de 20Mds\$ sur 10 ans pour la seule phase de R&D du programme, dont 2 Mds\$ pour le Royaume uni, 1 Md\$ pour l'Italie et 850 M\$ pour les Pays Bas par exemple.

du retour d'investissement qui lui est autorisé par le duo constitué par le maître d'œuvre industriel et le maître d'ouvrage. Ceux-ci sont mus par des motivations complémentaires : préservation de son avantage de marché pour le premier, non prolifération d'information sensibles pour le second.

En réalité, dans le cadre du processus de transfert des connaissances, ce n'est pas le transfert de technologie pur qui est ciblé par les Américains, mais les usages potentiels qui y seront associés dans le futur. Ce comportement permet à l'intégrateur de conforter sa compétence en matière d'*architectural knowledge* et de préserver son exclusivité : plus l'intégrateur (ou encore le duo entre le maître d'ouvrage et l'intégrateur) travaille sous forme bilatérale avec les autres opérateurs industriels, moins les autres acteurs peuvent décoder son (leur) propre schéma de raisonnement. Le bas du schéma SECI, avec les deux aspects de *combinaison* (d'explicite vers explicite) et d'*internalisation* (d'explicite à tacite), se trouve donc visé par la protection des transferts de connaissance, bien plus que les transferts eux-mêmes. Le cadre ordinaire des programmes en coopération internationale avait conduit jusqu'alors à mettre en œuvre des logiques de compensations (pour les investissements consentis) et de transferts de compétences qui faisaient partie des objectifs politiques et économiques¹³⁸ des programmes, même s'ils n'en favorisaient pas la maîtrise des coûts. Les transferts de connaissances et de compétences présents dans les phases de combinaison et d'internalisation représentaient alors un objectif par eux-mêmes. Avec le programme JSF, les deux mécanismes de *strategic sourcing* et de *strategic best value* sont au cœur de la discrimination. Ils conduisent les firmes étrangères à ne pas automatiquement travailler sur leur cœur de compétences ou à subir une concurrence par les prix exacerbée. Les effets d'apprentissage des firmes en sont donc limités.

Émerge alors une description des mécanismes qui peuvent être introduits par le maître d'œuvre pour pérenniser sa fonction spécifique à partir de mécanismes de transferts de connaissances : en bloquant les mécanismes d'internalisation et d'externalisation des connaissances et, *a fortiori*, dans le cas de la mise en place d'une forme de club avec le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre garantit durablement sa mainmise sur les compétences des partenaires ou concurrents potentiels. Les firmes qui maîtrisent une brique de *component knowledge* perdent de façon progressive et durable la visibilité sur la situation de problème qu'elle permet de résoudre. Elles sont piégées dans une relation de dépendance d'autant plus étroite que les compétences en question paraissent critiques dans la durée. Le Canada demeure le seul pays qui a réussi à mettre en place une possibilité de *learning by doing*, parce qu'il a pu traiter directement avec certains des partenaires industriels américains. Il est vrai qu'il bénéficie en cela de sa position géographique, qui n'est pas susceptible des subir les mêmes contraintes que les firmes européennes en matière de garantie de sécurité des approvisionnements envers le continent nord-américain.

¹³⁸ Martin eds 1996 et Molas-Gallart 1996 expliquent comment les politiques d'offsets ont permis de construire l'industrie aéronautique de certains pays sur la base des coopérations internationales qui dupliquaient les chaînes de production, d'entretien et de soutien logistique pour les avions d'armes exportés des Etats-Unis (par exemple le F/A 18 de Boeing avec l'Espagne ou le F 16 de Lockheed avec l'Italie).

Conclusion

Cet article a permis de montrer le rôle spécifique du maître d'œuvre dans les programmes militaires. Elle reprend en particulier certains outils de la littérature sur les programmes technologiques complexes, et en particulier la distinction entre *component* et *architectural knowledge*. Dans un premier temps, l'étude a permis d'identifier les tensions qui existent entre la maîtrise des coûts dans un programme et la construction des compétences dans la durée. On retrouve ici des éléments associés au raisonnement de Callon (1999) qui s'appuie sur le clivage de March (1991) entre l'exploration de nouvelles perspectives et l'exploitation de connaissances déjà consolidées. L'analyse a surtout montré que la présence du maître d'œuvre industriel au sein du réseau permet de pérenniser le processus d'innovation et contribue à la réussite du programme d'armement à travers des éléments qui juxtaposent certaines caractéristiques des réseaux émergents et consolidés. La trajectoire de l'innovation se préserve sur la durée dans le cadre de la dynamique impulsée par le maître d'œuvre au niveau des programmes successifs, où il joue un rôle de pivot qui distribue les rôles et les contributions de chacun au(x) programme(s). L'opposition entre réseaux émergents et consolidés au sens de Callon s'évanouit alors, car la complémentarité et la non-substituabilité des connaissances qui conduisent à la consolidation du réseau dépendent directement du pouvoir du maître d'œuvre. Sous son emprise, ils peuvent tout autant survenir dans le cadre d'un réseau émergent.

La seconde partie de cet article a détaillé l'évolution des réseaux de connaissances lorsque le maître d'œuvre industriel se trouve doté d'un véritable pouvoir de discrimination. L'appartenance *a priori* au réseau permet de multiplier les connaissances et les opportunités pour chacun des acteurs. La criticité de la connaissance (*component knowledge*) mise en évidence par Prencipe (2000 : 896) réapparaît comme un des critères majeurs de l'analyse. Sur la base de l'explication de la complémentarité des compétences, on retrouve dans la relation entre maître d'œuvre industriel, co-contractants majeurs et sous-traitants une forme d'explication endogène de la frontière du réseau avec les autres organisations. Les évolutions de l'industrie de Défense conduisent le maître d'œuvre industriel à un rôle qui le positionne presque de fait dans un club co-dirigé avec le maître d'ouvrage dans tous les domaines. Dans ce cadre, les relations de réseau évoluent et la discrimination explicite qui se met en place sous l'égide du maître d'œuvre peut être appréhendée grâce à une analyse de la construction et de la diffusion des connaissances. Les outils de l'analyse des réseaux de connaissances (comme par exemple le recours au schéma de conversion de la connaissance introduit par Nonaka et al.) permettent de mesurer les objectifs stratégiques des réseaux de l'aéronautique de Défense. Les politiques technologiques et les coopérations économiques peuvent être aisément reliées au rôle discriminant du maître d'œuvre industriel dans la gestion des transferts de connaissance. Cette analyse pourra être poursuivie dans le cadre des systèmes de systèmes, et le rôle du maître d'œuvre industriel détaillé dans le cadre de l'intégration de niveaux de connaissances stratégiques ou technologiques de chacun des sous-systèmes pour tous les acteurs du réseau.

Bibliographie

- Agassi, J (1975), « Institutional individualism », *British journal of sociology*, vol 26, pp 144-155.
- Amin A., Cohendet P. (2001), *Architectures of knowledge: firms; capabilities, and communities*, New York : Oxford University Press.
- Beaumont, H (2003), *Mirage IV, le bombardier stratégique*, Paris : Larivière
- Birkler, J., Schank J. F., Chiesa J., Smith G., Blickstein I., Fricker R. D., Rushworth D. (2002), *Options for funding aircraft carriers*, Santa Monica, CA: Rand corp. (ref MR 1526)
- Boland, L. (2003), *The foundations of economic method, A Popperian approach*. 2nd edition, London: Routledge.
- Callon, Michel (1999), « Le réseau comme forme émergente et comme modalité de coordination : le cas des interactions stratégiques entre firmes industrielles et laboratoires académiques », pp 13-64 in Callon, Cohendet, Curien, Dalle, Eymard-Duverney, Foray, Schenk, eds (1999), *Réseau et coordination*, Paris : Economica.
- Carlier, Claude (1983), *L'aéronautique française 1945-1975*, Paris : Lavauzelle.
- Child, J (2001), « Learning through strategic alliances », pp 631-656 in Diekes M., Berthonantal A., Child J et Nonaka I (2001), *Handbook of organizational learning and knowledge*, Oxford: Oxford university press.
- Cohendet, Patrick, Kirman, Alan, Zimmermann, Jean-Benoît (2003), « Emergence, formation et dynamique des réseaux, modèles de la morphogénèse », *Revue d'économie industrielle*, n°103, 2^{ème} et 3^{ème} trimestre, pp 15-42
- Cohendet, Patrick, Lebeau André (1987), *Choix stratégiques et grands programmes civils*, Paris : Economica
- DiBiaggio L (dir) (1999) *Economie de la connaissance*, *Revue d'économie industrielle*, vol 88.
- Dombrowski, Peter J., Gholz Eugene, Ross, Andrew L. (2003), *Military transformation and the Defense industry after next, The Defense industrial implications of Network centric warfare*, Newport (Rhode Island): Naval war college, Newport papers series, volume 18.
- Dunne, Paul J. (1995), « The Defense industrial base », chapitre 14, pp 399-430, in Hartley, K., et Sandler, T., eds, 1995, *Handbook of Defense economics*, Amsterdam : Elsevier North Holland.
- Kechidi, M. (1996), « Coordination inter-entreprise et sous-traitance : le cas d'Aérospatiale », *Revue d'économie régionale et urbaine*, n°1
- Foray, D. (2004), *The economics of knowledge*, MIT Press
- Garicano, L. (2000), "Hierarchies and the organization of knowledge in production", *Journal of political economy*, vol 108, n°5, pp 874-904

- Gholz, E. (2005) "Systems integration in the US Defense industry: Who does it and why is it important?", chapitre 14, pp 279-307, in Prencipe, A., Davies, A., Hobday, M. (2005), *The business of systems integration*, Oxford : Oxford university press
- Gouvernement accounting office, GAO (1995), *US-Japan cooperative development-Progress on FS-X program enhances Japanese aerospace capabilities*, rapport NSIAD-95-145 (disponible <http://www.gao.gov>).
- Henderson, R. M., Clark, K. B. (1990), "Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms", *Administrative science quarterly*, vol. 35, pp 9-30.
- Hobday, M. (1998), "Product complexity, innovation and industrial organization", *Research policy*, vol. 26, pp 689-710
- March, J. G. (1991), "Exploration and exploitation in organizational learning", *Organization science*, vol. 2, pp. 71-86
- Martin, S. (eds) (1996), *The economics of offsets, Defense procurement and countertrade*, Amsterdam: Harwood academic publishers
- Molas-Gallart, J. (1996), "From offsets to industrial cooperation: Spain's changing strategies as arms importer", chapter 11 (pp 299-320) in Martin eds (1996)
- Nelson R R and S Winter (1982) *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge: Harvard university press.
- Nonaka, I., Toyoma R, Byosière Ph. (2001), " A theory of organizational knowledge creation: understanding the dynamic process of creating knowledge", in Nonaka, I. et al. (eds) (2001), *Handbook of organizational learning and knowledge*, Oxford, Mass: Oxford university press.
- Nonaka I & D Teece eds; (2001) *Managing industrial knowledge, creation, transfer and utilization*, London: Sage
- Nonaka I & H Takeuchi (1995) *The knowledge-creating company, How Japanese companies create the dynamics of innovation*, Oxford UK, New York Oxford university press
- Pace, S., Frelinger D, Lachman B, Brooks A et Gabriele M. (2000), *The Earth below: purchasing science data and the role of public-private partnerships* (Rand Science and technology policy institute), Santa Monica, CA: Rand corporation (ref DB-316).
- Perry, R. L. (1973), *A Dassault dossier: aircraft acquisition in France*, Santa Monica, CA: Rand corporation (ref R-1148-PR)
- Prencipe, A. (2000), "Breadth and depth of technological capabilities in CoPS: the case of the aircraft engine control system", *Research policy*, vol. 29, pp 895-911
- Prencipe, A., Davies, A., Hobday, M. (2005), *The business of systems integration*, Oxford : Oxford university press

- Steinmueller W. E. (2000) “Will new information and communication technologies improve the codification of knowledge?”, *Industrial and corporate change*, vol 9, issue 2
- Steinmueller W. E. (2002) “Networked knowledge and knowledge-based economies”, *International journal of social sciences*, vol 171 (march): 159-173
- Versailles, D. W. (2003a), « Le concept de base technologique et industrielle de Défense : époques, approches, acteurs », chapitre 1 pp 9-36 in Versailles et al (2003)
- Versailles, D. W. (2003b), « Un cheval de Troie, le programme JSF », chapitre 2b pp 81-88 in Versailles et al (2003)
- Versailles, D. W. et Mérindol, V. (2005), “Knowledge transfers and R&D management: an inquiry into the issue of transatlantic complementarities”, *Defense and peace economics* (sous presse)
- Versailles, D. W., Mérindol V., Cardot, P. (2003), *Recherche et technologie : enjeux de puissance*, Paris : Economica

**F. DPE, 2006: “Transatlantic cooperation and R&D management...”,
co-auteur Valérie Mérindol**

Référence :

- VERSAILLES, David W., et Valérie MÉRINDOL, 2006, « Transatlantic cooperation and R&D management: an inquiry into the problem of complementarity », *Defense and peace economics*, numéro spécial ‘Defence R&D management’ (sous la direction d’Asher Tishler), vol 17 n°3 (juin), pp. 239-256.

RÉSUMÉ: L’innovation n’est pas simplement un ensemble de pratiques, mais aussi de comportements et d’interactions, de processus d’apprentissage et de co-évolution entre des acteurs et des institutions. Cet article caractérise des situations d’apprentissage dans des contextes de coopération et de compétition entre les acteurs. Trois niveaux d’analyse sont détaillés pour les échanges et les effets de diffusion des connaissances, en précisant les trois niveaux des connaissances techniques, systémiques et stratégiques. Les cas de coopération de Défense entre les Etats-Unis et ses partenaires sont illustrés à partir de programmes de l’aéronautique militaire, le JSF F-35 de Lockheed et le F/A 18 de Boeing. L’article détaille des outils qui permettent de situer la politique scientifique et technologique dans une vision plus large, et insiste sur l’importance de déboucher sur une vision d’ensemble partagée par tous les acteurs. Il analyse les stratégies qui sous-tendent les transferts de connaissances qui alimentent la coopération internationale entre les participants aux divers programmes de Défense (Etat et industrie en particulier).

ABSTRACT: Innovation is not simply a body of practice but also a body of behaviors, a complex frameset of interactions, learning processes and co-evolution between actors and institutions. This paper elaborates on the opposition between cooperative-learning and competitive-learning situations and on three knowledge levels in technology diffusion: technical, systemic and strategic. It inquires into some aspects of transatlantic cooperation from the perspectives drawn by knowledge-based analyses of R&D management. Illustrations are drawn from defense aeronautics (the JSF F-35 fighter jet and the F/A 18 fighter attack jet). The paper stresses the importance of the emergence of a ‘big picture’ in S&T policies and delineates the strategies associated with knowledge transfers in international cooperation among the participants (industry and state) in the programs.

KEYWORDS: Knowledge; Learning processes; Technology diffusion; International cooperation; Technical change

Introduction¹³⁹

Knowledge in organizations is altogether about things, about doing things and about the commitment of people in eliciting any human action as knowledge based. The importance of knowledge-based analysis in the framework of defense and security-policies follows the recognition of the distinctive knowledge-intensive character of these industries. It is also highly relevant to inquiry into international defense and security cooperation. Dealing with defense and security concerns, the effectiveness of S&T policies becomes strategic because superiority not only relates to market advantages but also entails tactical superiority on the battlefield.

Intangible assets run on knowledge. It is incorporated both into the services made available to the clients and into the various production processes. Entailing competencies and capabilities, it is closely tied to the person who developed it and it is shared mainly through direct person to person contacts. In a nutshell, knowledge is all about (provisory) successful answers to problems faced by individuals. Knowledge is contextualized in two ways: it is linked to a personal experience (Boland, 2003) and also to the conditions of this experience. Knowledge is not transferable as such. The various informal and tacit forms of knowledge are probably much more important in their impact and much more strategic in the long run than any kind of information. Knowledge codification strategies and knowledge exchange processes are of tremendous importance to the explanation of cooperation.

Policy is a process, not a product. The major defense programs that shape the strategies for industrial and technological development now almost always take place in the framework of international cooperation, each country seeking industrial returns, an improvement of its own industrial base and, at the same time, strategic and tactical superiority (both from a diplomatic and military perspective). Sometimes *cooperative learning* situations arise where partners learn something thanks to the cooperation. In other situations assets are gained by one of the partners at the expense of one or several others. In still other cases, some partners learn while others do not, or one partner creates brand new knowledge for its own benefit on the basis of the assets the whole team has brought to the program. Such a situation is termed *competitive learning*.

This paper relates to the mechanisms of the confrontation between cooperative and competitive *learning*, and inquires into some aspects of transatlantic cooperation in the context of R&D management. We expose the strategic need for an analysis in terms of knowledge assets, and underscore the importance of specific variables, such as time and path-dependency, in assessing organizational performance. This paper might therefore be read as an indirect contribution to the resource-based view (cf. Lockett and Thompson,

¹³⁹ The authors would like to express their gratitude to Alain Quenzer for the idea of investigating the MCTL area, and to Brigitte Serreault for precious help in the analysis of the MCTL taxonomy. A previous version of this paper was presented to the Second AAAF Conference on Missile Defense ‘*Challenges in Europe*’ (Florence, Italy, 15–17 September, 2004). Versailles and Mérimodol would like to thank the participants in the conference, Professor Asher Tishler and an anonymous referee for helpful comments on earlier versions of the manuscript. The authors are grateful to Didier Le Gall and to the DPE Guest Editors for support in the preparation of the English text.

2001) of organizations insofar as it makes an analysis of complementarities at the strategic level: the concretization of learning processes indicates the direction for the development of the organization's opportunity set.

This paper focuses on the positions of the European countries and the USA in respect to the technological and industrial issues related to defense programs involving US–European cooperation. We give specific instances relating to such programs, elaborating at some length on Boeing's F/A-18 and Lockheed Martin's Joint Strike Fighter (JSF) F-35 combat jet aircraft. Of major importance to the analysis are the mechanisms associated with the foresight exercises and the S&T policies, and we specifically investigate in this context the documents associated with military critical technology lists (hereafter MCTL, available through the US Defense Technical Information Center, DTIC). The MCTL provide an evaluation of the various key technologies as seen by the US DoD both for the present and the future through the budgets allocated to R&D in the countries considered. Specific parts of the MCTL are associated with foresight aspects and evaluations of foreign countries. We explain how they imply a specific appreciation of international cooperation. A clear link exists between the technological evaluation associated with the MCTL and the potential for transatlantic cooperation as seen from the US perspective. One of the main conclusions of this paper is the importance of providing all public and private actors with the 'big picture' afforded by the MCTL. The intention is not to appraise the MCTL process as such, but to focus on the benefits of converging thanks to such a process taking intangible assets into account.

In referring to several instances of transatlantic cooperation over the last few decades, we explain some trends towards the specialization in European industries based upon learning processes. Participating in the earliest stages of a program means that the partner (whether a country or a major industrial partner) obtains access to strategic knowledge and to potentials for learning through, or evolving with, the program. This last point becomes the core of discrimination among partners and it frames how networks may efficiently manage strategic technologies and knowledge (as might be best exemplified by the JSF program), whether the process is grounded in cooperative or in competitive learning. This paper follows the lines drawn in economics on innovation policies, stating that linear models of knowledge production are naïve at best (Dosi *et al.*, 1988). The main conclusion deals with the complexity of the issue of international cooperation, which can be understood thanks to the simultaneous reference to knowledge and to learning. The structure of the paper is as follows. The next section explains the relevance of the typology connecting the levels of knowledge (technical, systemic, strategic) with the types of learning (cooperative versus competitive). The subsequent section presents the methodology used by the US DoD to make up the MCTL. It presents some methodological insights before illustrating how the MCTL might be used to understand the importance of intangible assets in S&T policies. The fourth section characterizes instances of transatlantic cooperation in differentiating cooperative from competitive learning processes. The offsets associated with the F/A 18 export program and the JSF program are specifically analyzed. The fifth section sketches some recommendations useful for promoting cooperative learning processes in international and transatlantic cooperation.

Differentiating technical, systemic and strategic knowledge assets

Knowledge management theory has classified knowledge into different levels and scope of organizational application (Child, 2001: 659–660): technical, systemic, and strategic. Each level of knowledge has its own learning processes, and automatically commits the partners to different levels of complementarities. The *technical* level refers to the acquisition of new or specific techniques. The *systemic* level deals with organizational systems and procedures; it involves the restructuring of relationships and the creation of new roles. The *strategic* level concerns the mental maps (especially the mind-sets of senior managers) significant for achieving success. Learning processes associated with Child's (2001) knowledge levels help in assessing the various processes underlying the programs and in calibrating the knowledge transfers onto other people/groups.

From this perspective, transatlantic cooperation may follow various political and economic objectives, which can even conflict with each other (cf. Sandler & Hartley, 1999: chapter 5, esp. 144–147, 155 *et sq*). From a strictly economic point of view, most of the American interest in entering into international cooperation is grounded in technical exchanges; that is, the wish to gain access to the technological innovations produced abroad. This has been the case with naval shipyards, the competitiveness of the American firms being preserved through important competition with European second-level contractors and subcontractors (cf. Dombrowski *et al.*, 2003: chapter 4). It might also be exemplified by Lockheed Martin working closely together with BAE Systems on the short take off vertical landing (STOVL) version of the JSF/F35 combat jet, a technology mastered by the European contractor and necessary to Lockheed Martin in competing with Boeing. This attitude always aims at preserving the global technological superiority of the American systems, in terms of both political and economic strategy.

From a straight political standpoint, the claims for transatlantic cooperation represent an elegant argument in favor of exports and of the interoperability of weapons between allies. It is all about the potential elaboration of coalitions. In Europe, the motivations for international cooperation are numerous and sometimes contradictory, as exemplified by the European participations in the JSF program. Budgetary problems are the most obvious ones: it has become almost impossible to develop new weapons systems (such as combat aircraft or aircraft carriers) at the level of a single country. Cooperation between European countries is often the result of the desire to preserve domestic competencies and hedge industry against unemployment. Maintaining or gaining technological competencies in specific domains actually motivates cooperation, which means that the concerns are located at the technical and systemic levels of knowledge. Participation in the JSF industrial organizations, such as BAE's (Molas Gallart *et al.*, 2003), may exemplify this logic: being part of the major programs remains a strategic aim for the industry. It remains the *sine qua non* condition for being able to contribute to any future evolution in an area, yet it is highly difficult to understand in the short run whether the commitments are located in technical, systemic or strategic knowledge exchanges.

This great variety in strategies and second-level goals makes the analysis of transatlantic cooperation extremely complex, ranging over the three levels of technical, systemic and strategic knowledge transfers. Members of alliances need to spend a lot of time together

before they enter efficient transfer cycles, and validate the relevance of the knowledge received (whether technical, systemic or strategic). All of this makes it quite obvious that the creation of brand new knowledge by the alliance itself will obey specific rules. Within the cycle(s), knowledge passes through various levels of abstraction, codification and diffusion, but in the end the main important issue with alliances deals with the explicitness of information and knowledge *between* the partners. The issue of contextualization of knowledge is, therefore, grounded in a shared common experience. The question comes down to whether the partners' learning goals are complementary or competitive, and it becomes even more complex if competition occurs at one level (be it strategic, systemic or technical) while complementarities show up at the others. Child (2001: 661) explains that this may be appraised in terms of the costs and benefits of forming and maintaining the alliance, or in terms of their location within particular industry or market structures.

The concept of *competitive learning* is used to depict situations where one of the partners acquires knowledge at the expense of the other(s). Porter (2002: 3) explains that this is not a distinctive character of defense-related industries, but of all technology-intensive sectors. The prisoners' dilemma (PD) can supposedly apply to learning within competitive strategic alliances. Indeed, it is now well known in economic analysis that opportunism between partners leads to considerable gains for one single partner who reneges on the others, the implication being that this outcome is associated with the absence of trust and of learning processes during the partnership. As soon as transparency and repetition of the experience occur in a repeated game (that is with a [potentially] infinite time horizon), partners are likely to learn and trust may ensue. In the case where the move or decision of any player is not the last and conclusive one, cooperation and collaboration become the stable outcome of the paradigm: being a good partner in strategic alliances commits to collaborative learning. It is important here to stress (conversely to Child, 2001) that such situations occur in cases of complete information sets. Collaborative learning occurs when alliance partners do not regard themselves as having irreconcilable long-term interests. When focusing on the preservation of alliances between organizations in the long run, learning may follow two main paths (Inkpen, 1995: 53–54; Child, 2001: 663): learning *from* a partner and learning *with* a partner. In both options, knowledge transfers are nothing but the result of specific objectives, and there remains a clear relationship between the evolution of alliances in terms of scale, scope and intensity and the degree of systemic or strategic knowledge exchanged.

All major countries run prospective programs to try to assess the technological positions of other countries in the general framework of strategic alliances. This was the case of the former Eastern bloc toward the USSR; it is still the case with the Western nations with regard to the USA. Such an assessment of the various national positions investigates (fundamental or applied) knowledge and the various competencies available in a country, at both the national and the industry level (Mérindol, 2005; Mérindol and Versailles, 2006), because technology has to be incorporated into practical systems. When dealing with civilian technologies or applications, the consequences only affect market positions and returns on investments. Although business considerations are not totally absent when working on defense and security issues, reality is of a different flavor because the deal is about the idea of a balance of power and the concrete reality of deterrence consequent to the mastering of technology, and in the end about weapons and complex systems lasting

for decades. This is also the reason why international cooperation is such a difficult task, especially when dealing with S&T policies defined *a priori* at the national levels in the perspective of national strategic decisions.

American military critical technological lists (MCTL)

The USA uses a joint S&T prospective program visible through the publication of military critical technological lists (MCTL), applying a common methodology to examine the civilian and military-oriented capabilities and technologies that can result from close interaction between academic research, industry and end-users (both individual experts and agencies). The MCTL give an account of a 'systematic, ongoing assessment and analysis of goods and technologies', providing results from a single taxonomy used as a common reference pattern for the actors committed to the S&T policies. This is in contrast to other countries such as France where each agency or ministry develops its own technological foresight program. The French MoD's 'Plan prospectif à 30 ans' (30-year future program plan) and the various foresight programs run by the French Ministry of Finance (in charge of industry and R&D) aim to make policy making and policy assessment possible, but their purposes and agendas are not intended to work out a converging system for S&T decision-making. All together in the USA, more than one thousand experts, coming from the public and private sectors, are mobilized for the MCTL program, in a framework of seminars and network activities. The scores resulting from their activities and evaluations represent their subjective appreciation of 'the state of the art' in a specific country. This section hones into the mechanisms of the MCTL and provides some interpretation of the results conveyed by its assessments.

Military critical technologies lists as published on the internet by DTIC (<http://www.dtic.mil/MCTL/>) are the result of an ongoing assessment and analysis of goods and technologies in order to determine those that are critical to US security. The legal basis of the MCTL stems from the Export Administration Act (EAA) of 1979, which has been extended by Presidential directives. The MCTL do not, however, represent an export control list. As a part of the defense critical technologies program process, it covers the worldwide technology spectrum. The preface to the MCTL internet documents states: 'goods and technologies are considered critical if their acquisition and exploitation by a potential adversary would negate or impair a major capability of the United States or significantly advance a critical military capability of the adversary'. As a specification of the US technological investigation, it must be stressed here that there is no such thing as distinct treatment of civilian and military technologies any technology relating in some way to security and defense-functions is incorporated in the process leading to the MCTL. Just to avoid any misunderstanding, further on the same MCTL presentation adds: 'It should be used to determine if the proper transaction would result in a transfer that would give potential adversaries access to technologies whose specific performance levels are at or above the characteristics identified as military critical, not whether a transfer should or should not be approved.'

The MCTL material posted on the web actually includes several documents and provides the reader with more than the data sets used for this research. After the reorganization induced by the 9/11 events, two main parts of the MCTL activity are now presented on the

website: the one formerly described as ‘Weapons systems technologies’ (hereafter WST) and now entitled ‘Military critical technologies list’ presents a systematic assessment and analysis of the current competencies available at the time of the evaluation; the other is dedicated to ‘Developing critical technologies’ (hereafter DCT) projects with the forthcoming technological capabilities. This projection into the future evaluates science and technology activities resulting from public policies and public/private investments intended to maintain or to acquire technological positions. The first part of the systematic assessment of capabilities evaluates about 60 countries, in two different evaluation rounds: 1989–1992 (with 15 technological domains assessed) and 1996–2000 (now 18 domains). The nature of the data has drastically evolved along the time horizon, and is to be understood before and after 9/11. Current reports remain informative but do not provide the type of data useful to develop, for instance, an accurate reverse technological watch.

Methodological Remarks

A detailed taxonomy of technologies represents the basis for reflection, and – before 9/11 – developments posted online for each item of the taxonomy made available the specific scores attributed to the various countries covered by the analysis. Scores range between 4 as the top level (capabilities in all critical technology) and 0 (attributed in case of a vacuum either in information about the country or in the capabilities of the country). Level 3 accounts for capabilities in a majority of critical elements, level 2 for capabilities in some critical elements, and level 1 for a limited capability. These scores are attributed at the level of each item existing in the taxonomy. Examples can be taken from the part of the MCTL dedicated to the development of critical technologies. Section 1, ‘Aeronautics technology’, is analyzed through six subsections (aerodynamics, aeronautical propulsion, structures, vehicle control, subsystems and components, design and system integration), which are themselves subdivided. Only Canada, China, France, Germany, Russia, the UK and the USA receive a score for each item listed; countries such as Israel, Japan or the Netherlands come after them with some blank cases. It should be stressed that the scores ‘attributed’ to each (or the main important) country (ies) are explained by activities, industrial achievements, commitment to research networks, etc. Bearing in mind the concepts of knowledge management evoked in the previous section, readers are able to assess the relevance of or interest in cooperation (the technical, systemic and strategic levels of knowledge) from the levels attributed to the countries. Readers are not provided with any form of synthesis, even if it is possible to grasp an idea of the technological gap between the USA and the rest of the world thanks to the detailed evaluations and analysis featured in the chapters of the MCTL. This was not the original purpose of the lists, and it soon becomes obvious from reading the comments and manipulating the classifications that the various chapters provide almost all the tools required to calculate aggregate charts and draw some interpretation from so doing.

It is, however, necessary to make some comments on the methodology used for the evaluations. First and foremost, it is important to stress that the taxonomy used to structure the evaluations itself has to be treated with caution. This remark holds especially because of the lack of homogeneity along the chapters. Globally stated, taxonomies inform as much through their structure as through the results conveyed. Some parts of the taxonomy lead to trivial situations as the answers are drawn only from the published scientific literature.

Other parts show the explicit logic of secrecy: explicit duplications (various chapters addressing the same technologies) and other black holes (such as stealth or nano-technologies) clearly indicate the user's concerns, making obvious the importance of these fields (more detailed elements appear in Mérindol and Versailles, 2003).

The subjectivity of the assessments reached by the scientists and experts mobilized in the panels cannot be interpreted as a flaw at all, because it represents the only possible way to introduce the intangible assets into the analysis. From this perspective, the MCTL rely on an original methodology, addressing the level of capability associated with a dedicated technology and assessing competencies. Intangible assets evaluated by the experts and scientists therefore encompass the ability of the various actors to use the results of R&D and integrate them into the industrial process. Such aspects have become crucial to the coordination of public policies, especially when dealing with defense and security issues in the general framework of international strategic cooperation. There is no specific limitation to an investigation such as that exemplified by the MCTL, and it can for instance inquire into the articulation between civilian and military networks or research poles in a specific country.

The question now becoming strategic to an industrial organization relates to the important issue of choosing the locations for research, testing, trials and then production (with all that this entails), a problem that is only incidentally taken into account by the MCTL because the results posted show nation-based evaluations. The methodology of the MCTL demonstrates the great advantage of delineating the intangible assets at the level of nations. To be considered is the fact that the assessments relate only to countries, and are eventually transposable at the level of strictly national firms, but they are much more difficult to handle in the perspective of internationally organized firms (such as the multi-domestic based Thalès, the transatlantic dissociated BAE or the internationally aggregated EADS). The importance of the structuring of industrial groups must be taken into account and analyzed as such. The nation-based inquiries of the MCTL should be complemented by specific developments of the first level contractors in the defense industry, which cannot be directly induced from the MCTL assessments. Defined in order to assess potentialities and risks associated with strategic alliances about armaments systems RDTE and then production, MCTL are assessed in the perspective of technological transfers or complementarities at the level of public to public relationships. They are not specifically convenient for dealing with public to private exchanges, although the lower scores (i.e. lower than 3) may reveal a tendency towards competitive learning.

Some Results from the Charts

As already noted, in the lists provided by the MCTL, only the USA, France, the UK and Germany cover the whole technological spectrum for both the 1989–1992 and 1996–2000 time periods. When calculating means for the scores for each country, at specific aggregated levels, and weighting the means with the number of technologies assessed, the USA emerges in first place, with a global score of 3.96 and 84 technologies analyzed in the 'Weapons systems technologies' section for 1996–2000. A comparison of the scores resulting from the 1989–1992 and 1996–2000 assessment rounds for this section shows that the aggregated gap between the USA and the UK, France, Germany, Israel and Japan

is maintained. It is interesting to note that three¹⁴⁰ out of these five countries, namely the UK, Japan and Israel, are linked to the USA in the framework of structured military alliances.

Only France remains somehow unique in this framework. The French position remains stable along time: in the 'Weapons systems technologies' section it is ranked with a global 3.0 in 1992 and 3.13 in 1996–2000. Even though the best mark has specifically risen over time, it is important to stress that the UK is still assessed as having a more favorable technological situation, with 36 scores of '4' compared with 29 for France. During the second MCTL round, France was situated at the level of Japan, although its global level was better at the beginning of the 1990s. In 1992, France was assessed as especially strong in the nuclear technologies: in two technological domains (materials and propulsion).

Between 1989–1992 and 1996–2000, the UK, France and to a lesser extent Germany improved their overall technological situation as seen from the USA. Roughly speaking, these three European countries are always assessed at between 3.0 and 4.0 whereas all others remain at the level 1 or 2. Other European countries exhibit strong and long-lasting capabilities in defense-related technologies, but getting access to them requires coming down to more detailed levels of the structure of the MCTL taxonomy. In 1992, the first six European countries are (in descending order) the UK, France, Germany, Denmark, Italy, Sweden. In 1996–2000, Denmark disappears, Sweden rises to fourth place (with a top mark '4' in the chemical and biological defense systems technologies), and the Netherlands come up to sixth place. Even though it remains at fifth position in the charts, Italy's appraisal diminishes in the MCTL as most of its marks are lower in the second evaluation round. These six countries cover the largest number of technologies assessed by the MCTL in Europe. All of them are situated at an overall level above 2.0.

Even if this way of organizing ideas about S&T policies related to the defense function does not do much to enhance our understanding of the various positions of the states listed in Table I, it becomes obvious that the question of complementarities can be addressed thanks to the scores and weighted means. How would symmetrical cooperative learning arise between a country such as the USA (almost always self-assessed at the top level) and, for instance, Denmark, for which the WST part (compare with results in Table I above) only mentions seven technologies out of 84 analyzed for the USA, and indicates weighted means of 0.50 for 'Electronics technology' and 0.73 for 'Information systems technologies', on the basis of four technologies scoring '2' and three scoring '1'? It seems obvious that Greece deserves the very same comment on the basis of Table 2 (DCT) with one recognized technology out of a possible 59, and a 0.14 weighted mean in manufacturing and fabrication technologies. The reciprocal issue of redundancies is clearly induced by the way the MCTL experts have positioned the various countries in their different assessments. Because of budgetary concerns, the problem has a tremendous impact on the organization of European budgets, both on civilian and defense- and security-related S&T issues. The potential transatlantic cooperation on S&T issues (including defense-related programs) is profoundly affected by the problem of scale (during FY2004, the US DoD RDTE weekly budget exceeded the French MoD annual budget).

¹⁴⁰ The specificity of Germany cannot be appraised only with respect to military alliances.

The search for complementarities at the levels of fundamental and applied research, the rationalization of competencies along time and the articulation between public (end-users) and private (industrial) knowledge assets remain essential to lowering the costs and ensuring the maximal returns on investment along time. When considering the actualization of a Europewide defense and armaments policy, the issue of redundancies in capacities and competencies makes it all the more crucial that budgets remain on a shortening trend. The US MCTL follow the line of technical development upheld by national logics, providing us with implicit arguments for competitive strategies between European actors (both private and public). Without getting any deeper into the description of the competencies' centers identified in the MCTL descriptions and without making up detailed monographs of the technological domains in Europe, it is not too difficult to analyze whether the competencies assessed in the MCTL cover or complement each other. If MCTL assessments (the 'Weapons systems technologies section, cf. Table 1) have any reliable and realistic content, only one out of the 29 technologies scored for France at the top level of excellence '4' remains an original contribution among European countries. Eight out of the 36 British technologies scored at '4', or one out of the Dutch two are not shared by other European countries. All other cases, including the 20 technologies scored at level '4' for Germany, represent potential cases of redundancy. The issue remains critical for the 'smaller' countries such as Sweden or Italy, because their technological top level domains seem according to the MCTL to be already covered by at least two of the 'bigger' countries (the UK, Germany, and France).

TABLE 1:

MCTL, "Weapons systems technologies" (WST), 1996-2000,
aggregated positions of the main European countries

MCTL-WST 1996-2000	UK	France	Germany	Sweden	Netherlands	Italy	USA
nb of technologies.....	84	84	46	64	58	64	84
weighted means	3.24	3.13	2.89	2.26	2.11	2.06	3.96
Aeronautics systems tech.....	3.67	3.33	3.00	2.33	1.67	2.00	4.00
Armaments and energetic materials FTA	3.50	3.00	2.33	2.17		0.67	4.00
Chemical and biological systems FTA	4.00	4.00	4.00	4.00			4.00
Directed and kinetic energy systems	2.00	2.00	1.50				4.00
Electronics tech	2.83	2.67	2.83		1.50	2.33	4.00
Ground systems tech.....	3.00	2.50	2.50		1.50		4.00
Guidance navigation and vehicle control tech	4.00	4.00	3.00	2.33	1.67	1.67	4.00
Information systems tech.....	3.64	3.27	3.27	1.73	1.82	1.91	4.00
Information warfare tech	3.00	2.75	2.75			3.25	4.00
Manufacturing and fabrication tech.....	2.83	3.50	3.67	2.50	2.50	1.83	4.00
Materials tech	3.33	3.50	3.50	2.00	1.83	1.67	4.00
Marine systems tech	4.00	3.67	3.33	2.67	2.67	3.33	4.00
Nuclear systems tech	4.00	4.00	3.33	2.67		2.33	4.00
Power systems tech.....	4.00	3.33	3.67	2.67	0.67	0.67	4.00
Sensors and lasers tech	3.10	3.10	2.70	1.30	1.60	1.50	3.90
Signature control tech.....	3.00	2.63	2.25	1.63		1.75	4.00
Space systems tech	2.20	2.80	1.40		0.60	0.40	3.60
Weapons effects and countermeasures tech.....	2.00	2.00	2.00				4.00

Statistics by the authors

TABLE 2:

MCTL, “Developing critical technologies” (DCT), 1996-2000,
aggregated positions of the main European countries

MCTL-DCT 1996-2000	UK	France	Netherlands	USA
	Germany	Sweden	Italy	
nb of technologies	59	59	58	48
weighted means	3.27	3.27	3.17	2.50
Aeronautics techs.....	3.17	3.75	2.67	1.33
Armaments and energetic materials techs.....	-	-	-	-
Biological techs	4.00	3.75	3.75	3.75
Biomedical techs.....	4.00	3.75	3.50	4.00
Chemical techs.....	4.00	4.00	4.00	3.80
Directed and kinetic energy systems techs.....	-	-	-	-
Energy systems techs	3.25	4.00	3.25	1.00
Electronics techs	3.00	2.80	2.80	0.80
Ground systems techs	-	-	-	-
Information techs	4.00	4.00	4.00	4.00
Laser and optics systems techs.....	2.00	2.00	2.40	0.80
Manufacturing and fabrication techs.....	3.00	3.71	2.71	1.14
Marine systems techs	-	-	-	-
Materials and processing techs	-	-	-	-
Nuclear systems tech	-	-	-	-
Positioning, navigation and time techs.....	3.67	3.50	3.83	2.17
Sensors techs.....	2.63	2.25	2.25	1.13
Signature control techs.....	-	-	-	-
Space systems techs	-	-	-	-
Weapons effects techs.....	-	-	-	-

Statistics by the authors.

Lines left blank are due to the absence of
numerical data and/or published report.

The same kind of development could be elicited from the data and assessments presented in the section of the MCTL dedicated to the investments in RDTE, and conveyed in Table 2. From the part of the MCTL dedicated to the development of critical technologies, it appears that all the European countries that signed the Letter of Intention¹⁴¹ (LoI) invest in 35 different technologies in order to achieve a level of excellence and full control. Only seven of these 35 technologies are mastered by Germany alone, and four by the United Kingdom alone. Competition does exist between France, Germany and the UK, but the situation is especially unstable with Italy, Spain and Sweden. When these three countries totally master one of the technologies, they always compete with one or several LoI countries. The same conclusion holds when going deeper into the structure of the taxonomy. According to the MCTL, all six LoI countries and the Netherlands are financing the very same four technological domains at the highest level. Restricted to the four main R&D public budgets among the LoI, competition between the countries affects eight domains, and seven if France, Germany, United Kingdom and Sweden are considered together with the Netherlands.

¹⁴¹ The ‘Letter of Intention’ is a framework agreement concerning measures to facilitate the restructuring and operation of the European defense industry, signed July 2000. Explanations are available through the Institute for Security Studies of the European Union; cf. Burkhard Schmitt’s core official texts recollection in the *Chaillot papers series*, available at the url <http://www.iss-eu.org/chaillot/chai59e.pdf>.

Analyzed in this way, the MCTL look pretty much like an indication of the sustainability of S&T policies in Europe. Dealing with the construction of competencies in the framework of armaments programs, decisions on alliances and industrial partnerships can be understood in various ways. From the perspective of a strictly European-wide armaments policy, many competencies do already exist but S&T budgets would be much more efficient if they were used to avoid redundancies. The current issue in the construction of the European research area (ERA) of rushing towards the critical size of the competencies' centers (both fundamental and applied, both private and public) therefore shows all its relevance. From the perspective of transatlantic cooperation, the USA masters all technologies at a better level than any European country (50 scores at the '4' level and six at the '3' level). The American MCTL explain the importance of giving preferential treatment to concentrating the most competitive actors in European centers and promoting complementarities at the European level.

Learning processes in transatlantic Defense and Security-related programs

This section concentrates on various situations exemplifying cases of competitive partnership and collaborative (or cooperative) learning. It examines instances of transatlantic cooperation in order to assess why a country mastering all technologies may have an interest in cooperating in S&T. Reference is made in the discussion to the recent scientific literature on organizational learning (Lane, 2001) and on the nature of knowledge transfers (Child, 2001).

Cooperative learning frameworks can be exemplified with the COMLOG joint venture and the HELIP (Hawk European limited improvement) program. Maintenance of the American system Patriot was established in Germany thanks to the COMLOG joint venture, which enabled the German company MBB to gain numerous competencies in repairing the missile systems (Molas Gallart *et al.*, 2003: 36). Some years later and thanks to the joint venture, competencies transferred to MBB made it a company autonomous in the upgrade of the Patriot weapons systems. The HELIP program, which followed the 1959 agreements signed by France, Italy, the Netherlands and Germany (the former FRG) to acquire the American made Hawk ground-to-air defense missiles, represents the first example of European companies acquiring knowledge assets and developing the ground competencies required to set up an autonomous missile industry (Molas Gallart *et al.*, 2003: 17). These cases perfectly illustrate that cooperative learning generally occurs between companies which are not positioned at the same level in the business value chain. When these elements are transposed back into the MCTL ranking and assessment system, the USA is situated at the '4' level in the weapons systems technologies associated with the COMLOG or the HELIP programs, whereas the European countries contributing to and benefiting from it mostly remain at the '1' or '2' level. Most of the examples that can be presented feature American firms and American programs exported to Europe in the framework of industrial and technological agreements with local firms. In all cases, both sides engaged in a positive-sum process: not only did the US firms gain access to the European defense markets but they were also intimately involved in the local administrative procedures, while the European companies learned technologies and mature industrial processes. This

truly represents a win-win situation, where the USA does not gain learning advantages in the S&T domains, but sets up a dependency relationship with its partners in endorsing the R&D functions. Clearly, it is a process that enables the US companies to learn how to satisfy their partners' needs in the long run.

F/A 18 Exports and the Construction of the Spanish Aerospace Industry

The various cases of cooperative learning apply to well-mastered programs. When transatlantic cooperation occurs, the technological and strategic options associated with the program have all been stabilized and the corresponding doctrine mainly proceeds from the American basic doctrine and needs. Cooperation is therefore concerned with the transmission of mature technologies, mature routines, mature processes and mature competencies: cooperation and transfers become much easier when knowledge assets are well codified. The knowledge spectrum concerned with cooperation deals with transfers specific to the program. The processes and operational skills taught to the members of the alliance relate to technical knowledge from the American partners' point of view, even though these assets may build up 'strategic' knowledge transfers for those with a view to exploitation.

Cooperative learning can be best exemplified by Spain buying 72 McDonnell Douglas F/A-18 fighter attack planes (Molas Gallart, 1996). The initial agreement was intended to transfer knowledge assets to Spanish companies and its realization shows clearly that the cooperative learning processes do not follow a stable pattern. The offset deal, worth \$1.540 billion, that Spain and McDonnell Douglas signed in July 1984 was the most important ever agreed by Spain and a foreign corporation or government (Molas Gallart, 1996). The FA-18 program was the basis for the development of the aerospace and electronics sectors and the offset deal helped some firms establish a foundation in technologies upon which they have since continued to build. Indeed, upgrading the technological level of the Spanish high-tech industry was only possible through operations linked to the purchase of foreign equipment. At that time, Spanish firms had 20 years of experience in international cooperation mainly focused on maintenance, and the Spanish administration did not have any experience in the management of offsets. Being at the earliest stages of their learning curves, Spanish firms were bound to be less efficient than established suppliers and the Spanish government had to account for extra costs and local assembly had to be finally ruled out because of the excessive expense involved. Spain actually insisted on obtaining offsets in aerospace equipment, materials, avionics and simulators. It was not only concerned with transferring capabilities enabling Spanish firms to carry out maintenance, repairs and modification of these planes (designated offsets), but also offsets guaranteeing Spanish work in 50% of all F/A-18 destined for the export market. The Spanish government's industrial strategy was aimed at preparing the development of the Spanish aerospace components industry and, at the same time, at making the development of the Spanish defense-related firms internationally visible (Molas Gallart, 1996: 302-303). Introducing a reference to knowledge assets into the analysis helps to point out that the asymmetry between the Spanish and American firms was not maintained through time. As the Spanish government started to redirect its orders from US companies towards Spanish

firms it became obvious that they had learned from the offsets: *cooperative learning had shifted to competitive learning*.

The JSF Transatlantic Cooperation

Competitive learning is a situation in which one partner to the alliance tries to learn as much as possible from the other(s) rather than adopt mutual learning as a priority (Child, 2001: 662). A race develops between partners to learn from the others to their own advantage, a situation that is most likely to occur when the partners account for similar levels in the technological capabilities and R&D investments (thus accounting for a whole set of '3' or '4' levels in the MCTL assessments ranking). Hamel (1991) points out that asymmetric learning between partners to an alliance stems from their desire not to transform the partnership into a fully cohesive organization. The asymmetry between the partners therefore affects the decision process, the various knowledge assets, the potential leadership in the technological innovation process (especially when dealing with breakthrough innovations) and the ability to prescribe the broad orientation of the program. It is no wonder then when competition often fiercely develops in the framework of programs for which the industrial, technological and ultimate operational choices have not yet been made. The performance of each partner in their competitive learning race remains closely dependent on the bargaining power between the partners. This process remains especially important because competition may occur between companies located at the same level on the value chain.

Knowledge management and learning processes then enter a very high level of complexity. At stake is the ability of the partners to create brand new knowledge, which in turns makes it possible to develop new applications, processes and routines (systemic knowledge). In defense-related activities, systemic knowledge emerges from the interaction between industrial firms and the state, acting here as the final user (Mérindol, 2005), impacting on all aspects of the definition of the weapon, including its operational use. This process automatically affects the roles of the various public and private actors, and their corresponding organizations. It then becomes obvious that competitive learning processes give rise not only to systemic knowledge assets but also to some aspects of strategy, because learning pervades concept and organization. Whether inside or outside the framework of a partnership, engaging in conceptual learning means that public or private organizations are able to master all the knowledge required to develop new weapons. The conceptual abilities suited to dealing consistently with all aspects of a major program are of strategic importance, especially when dealing with the horizons and prospective frameworks prescribed for defense. Dealing with defense-related functions, these competencies belong to the strategic knowledge core group. They contribute to preserving the possibility of a political decision in defense weapons programs.

The JSF program is intended to drastically lower the cost-efficiency ratio through international cooperation. According to Government Accounting Office reports (e.g. US GAO, 2004) the program's objective is to develop and deploy an affordable weapon system that satisfies the different needs of a variety of countries and services.¹⁴² The JSF

¹⁴² The US Air force, US Navy, Marine Corps, the British Royal Navy and seven cooperative international partners: Italy, the Netherlands, Turkey, Canada, Australia, Denmark and Norway.

originated in the 1990s from several previous aircraft programs and international cooperation has been always part of the program: the DARPA started in 1986 with a project examining advanced short take-off and vertical landing (ASTOVL) capabilities in the framework of a UK-US memorandum of understanding (MoU). The competitive concept demonstration (CDD) phase between Boeing and Lockheed Martin ended on October 26, 2001, when the DoD awarded the system development and demonstration (SDD) contract of almost \$19 billion to the Lockheed Martin team as the final step in the winner-take-all competition (cf. www.jsf.mil; Cook *et al.*, 2003: chapter 1). Now in the process of making key investment decisions as it stabilizes design and definition, it turns out that intangible assets have neither been managed nor taken into account in the framework of international cooperation. James (2004), Masson (2003) and Versailles (2003b) point out that the various memoranda between the USA and the international partners entail primarily financial dimensions, even though countries such as the Netherlands (as Versailles explains) can be identified as bringing to the SDD phase some workload opportunities in the specific areas where US capabilities seem to have reached saturation. Program leadership and strategic decision-making always remain in American hands, a situation that can be easily exemplified through the fact that all memoranda and agreements are negotiated in bilateral dimensions. Huge information asymmetries can be pointed out between the USA and the partners in the technological, operational and financial areas of the program (namely in the systemic and strategic knowledge assets).

International 'partners' go out of their way to acquire the knowledge assets and cooperate in order to develop their own competencies. Cooperation becomes not an option but a necessity. The US GAO (2004) explains that international partners are very concerned about technology transfers and information sharing, pointing out that the international support could deteriorate if expectations are not met. Uncertainties related to technological transfers and to the distribution of the industrial workload still prevail and it is now obvious that it will not be possible to go any further without bridging international cooperation on the JSF production phase to R&D workload distribution. Reducing the technological gap or accessing huge commercial contracts (as a second-level contractor or a specialized subcontractor) only guarantees the short-run survivability of the industry (Molas Gallart *et al.*, 2003: 27). In the long run, surviving becomes the consequence of the ability to translate relevant strategic and systemic knowledge assets into personal skills; this explains why, for instance, companies such as BAE stick to interoperability with the American standards. Uncertainties regarding industrial skills and technological abilities add to the strategic problems associated with the construction of (long-run) competencies. Missing one or more steps in the cooperation process automatically induces an increase in the number of technological barriers (which means short-run lack of competence and therefore absence of revenues) and, sooner or later, exclusion both from the network and from the market. Smaller companies that have been absorbed by BAE along the years now consider it was to the good, because otherwise they would never have been able to access the American standards and would have disappeared from aeronautics. Today, small and medium enterprises belonging to the network animated by BAE have access to major US programs such as the JSF, and it is now even possible for them to deal with American firms with links to the British industry in order to access US Defense programs.

Complex programs such as the JSF exemplify the importance of knowledge assets in international cooperation. The various ways to deal with strategic knowledge assets make explicit the various obstacles to cooperation and the necessity for consistency with all policies. Cooperative learning mainly occurs when intangible assets are limited to technical knowledge assets only.

From cooperative learning to strategies of [Transatlantic] cooperation

When reviewed in the perspective of systemic and strategic knowledge assets, the instances of transatlantic cooperation show that cooperative learning strategies may exist for all the partners who are able to engage in a win-win course of action. The previous sections exemplify how difficult it is to consistently manage cooperative learning processes and the cooperation process itself. This section is all about the actors' strategies towards cooperation or competition.

International transatlantic cooperation commits both the states and the industry or industries to weapons systems development, but the outcome of defense and security investments remains first and foremost a matter of coalitions using (or potentially using) weapons systems. Defense and security go largely beyond mere commercial considerations. International cooperation relates to the various strategies of the actors, and is not only grounded in technological and economic considerations but incorporates political and strategic issues. How is it possible to think about a common strategy? The issue of globalization is a relatively recent phenomenon for the defense industry; its effects are not well understood even though they affect the economic-technological dimension, the political-military dimension and the national security aspect of each country involved. Which partnerships are the most likely to promote the interests of each country? Industrial and commercial international cooperation affects the costs of the program (to be understood at the level of its life cycle), because economies of scale can lower the costs of new equipment and at the same time the costs of legacy equipment may be reduced by keeping open production lines for replacement parts and components. Imports provide access to state-of-the-art foreign capabilities and industrial capabilities 'while exposing US industry to competition' (Lorell *et al.*, 2002).

A prerequisite to any thinking about the use of weapons is a general investigation of their production, insofar as their originality relates to the importance of the issue of interoperability. Such efficiency concerns do not affect the problem of cooperation homogeneously because the process entails a combination of the following elements for (transatlantic) allies:

- Technical interoperability (standardization of equipment).
- Technical interoperability through weapons and weapon system *platforms*.
- *System-level* technical interoperability (mainly dealing with C3ISR [command, control, communications, intelligence, surveillance, reconnaissance]) (Lorell *et al.*, 2002: xiv, 73–77).

Interoperability remains in the hands of the states and is mainly the subject of political and strategic decisions. Its scope is much broader than a technical part relating to one single program and cooperation between companies on particular programs. Standardization of equipment may well represent the easiest way to secure interoperability but it does not solve the problem as long as interfaces do not exist at the system level. It follows that platform-based technical interoperability remains an issue impossible to avoid when aiming at global interoperability but, at the same time, system-level interoperability remains the key. Cooperation between industry actors may well ensure that technical problems are solved, but global interoperability cannot be organized by the arms producers on their own: the issues of interoperability and cooperation remain political decisions and cannot be resolved at the level of the industry only.

Once these points have been settled, companies may act. Industry officers probably master the competencies relevant to assessing whether cooperation is viable at the level of technological and industrial complementarities. At this stage, from the perspective adopted in this analysis, the various contributions have to be differentiated according to the knowledge assets involved: the technical knowledge assets do not mobilize the same competencies as the systemic and strategic ones. In the preparation of future programs and military capabilities, interoperability first deals with the big picture required to figure out the viability and relevance of the R&D options. This is explicitly a matter of systemic and strategic knowledge assets. An important role is then played by the main contractor and the first-level subcontractors, who master the various knowledge assets necessary to think about the program at this level of scope and expectation. Dealing with the concrete reality of RDTE and industrialization options, international cooperation therefore depends largely on the conclusions drawn by the main contractor; the importance of the state representatives becomes of secondary importance (Versailles, 2003a). One of the best instances of such evolution is to be found in the interaction between the various actors committed to the JSF program.

The roles of public and private actors remain quite different and depend on the assets to which the transatlantic cooperation relates. When dealing with technical knowledge assets, the states have a major responsibility in the process because they are in charge of the definition of offsets and compensation. This covering of the technological and industrial dimensions may take various forms. Knowledge transfers may be important but they are not significant *per se* if an enduring asymmetry arises among the partners: cooperation is not consistent with a situation where one of the partners is kept at bay in unilateral dependency on the others. When considering systemic and strategic knowledge assets, there is no doubt of the pervasiveness of the role of the states. It must be pointed out that the sharing of the burden between the state and the main contractor complicates the analysis. The management of strategic and systemic knowledge assets has been a concern of all participants in the JSF program from the start, and the decisions to maintain the winner-takes-all procedure for longer than in other programs and place the authority for conception and management in Lockheed Martin's hands provide the first-level contractor with enormous power. Obviously, the fact that the very same team of firms cooperates from the earliest stages of the program bids makes the knowledge assets exchanges more secure, and guarantees both the preservation of the systemic knowledge created and the creation of accurate strategic knowledge. The very close involvement of the US

government with the team led by Lockheed Martin obviously reinforces the ties inside the team (Masson, 2003) and, at the same time, develops all required arguments for avoiding the creation of a European 'JSF team' that would lobby in favor of its own interests (the most important among them relating to the setting up of a second, European-based, production line).

The asymmetry between the management of technical knowledge assets on one hand and the systemic/strategic assets on the other becomes quite obvious when one notes the great number of negotiations characterizing the program at an international level: each step of the program (CDD, SDD, ...) has its own round of contracts and negotiations between the core industrial group, the US government, and the international partners both at the levels of governments and industry. Technological transfers are re-negotiated at each of these steps. What seems at first glance to be a complex compartmentalization and therefore a source of tension among the various partners committed to the program turns out to represent the best way to secure the knowledge assets and avoid the dispersion of competencies. Following the GAO reports (e.g. US GAO 2004), and even though the office does not come to the point in reference to developments related to knowledge assets, it is necessary to point out that the issue now deals with the concreteness of the returns possible to international partners. As a counterpart to securing systemic and strategic knowledge assets with respect to the interest of the Pentagon and of Lockheed Martin, incentives to cooperation fade away.

US JSF-associated R&D is opening the way to breakthrough innovation potentialities and it is already possible to think altogether about outcomes at the level of the war fighter and about civilian spin-on effects. From an American perspective, financing defense-related R&D by federal funds characterizes an industrial policy that aims at the preservation of technological superiority as a dedicated security strategy. The strategy is brought jointly into play by the US government and Lockheed Martin as the main and first-level contractor. US GAO reports on the JSF only investigate the direct outcomes of federal budgets. They never take into account the systemic knowledge capitalized by the industry, even though it is the source of the main leverage effect of industrial policy.

Incentives for cooperative learning could arise in transatlantic cooperation in two ways. The first one concerns the organization of the US policies: not demarcating initiatives in international cooperation from the restrictions on technology transfers should benefit each policy domain (Bialos and Koechl, 2004; Sullivan, 2002). The complexity of cooperative learning is so important that these considerations remain impossible to separate from a global approach to defense S&T policy, which should not be restricted to short-term considerations about industrial or technological features of cooperation. New forms of cooperative learning might arise in the NATO framework (Hamilton, 2004): they could be given some sort of preferential treatment because the partners to the cooperation converge on basic and operational doctrines. S&T transatlantic cooperation would then only encounter the limitations related to the preservation of export competitive advantages.

The second improvement should arise at the level of the actors implementing the policies themselves, whether they are the S&T policy actors or those in charge of national security. Policy makers in the European countries have no tool for S&T decision-making such as the MCTL. The concern is not only with the elements of technology watch. The important

feature lies in the process through which the MCTL are made available to decision-makers, because they emerge and operate in the framework of a big picture shared by all S&T actors, whether public or private, oriented to civilian or military functions. The Europeans lack a shared 'big picture' that would be very conducive to further convergence.

Summary and conclusion

This contribution has tried to exemplify the necessity to focus on the various learning processes inherent in international cooperation and to show that the differentiation between competitive and cooperative learning processes is specifically relevant in addressing the issue. It inquires specifically into the MCTL foresight exercise run in the USA and explains how important it is to provide all participants in S&T decision-making with a 'big picture'. International cooperation (especially in the area of defense and security) will benefit from a close examination of the strategies associated with knowledge transfers and networking. The associated learning processes will require separate investigations of the strategic, systemic and technological knowledge assets, all of which lead to various policies for international cooperation.

References

- Bialos, J.P. and Koehl S.L. (2004) Transatlantic industrial cooperation as a tool for transformation: A case of compelling logic, but limited short term prospects. In *Transatlantic Transformations: Equipping NATO for the 21st Century*, edited by D. S. Hamilton. Washington: Center for Transatlantic Relations.
- Boland, L. (2003) *The Foundations of Economic Method, a Popperian Perspective*, 2nd edn. London: Routledge.
- Carmeli, A. and Tishler, A. (2004) The relationships between intangible organizational elements and organizational performance. *Strategic Management Journal* **25** 1257–1278.
- Child, J. (2001) Learning through strategic alliances. In *Handbook of Organizational Learning and Knowledge*, edited by M. Dierkes, A. Berthoin Antal, J. Child and I. Nonaka. Oxford & New York: Oxford University Press, Chapter 29, pp. 657–680.
- Cook, C. R., Arena, M. V., Graser, J. C., Pung, H., Sollinger, J. and Younossi, O. (2003) *Assembling and Supporting the Joint Strike Fighter in the UK – Issues and Costs*. London: Rand Corporation Europe.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. and Soete, L. (1988) *Technical Change and Economic Theory*. London, New York: Pinter Publishers.
- Dombrowski, P. J., Gholz E. and Ross A. L. (2003) *Military Transformation and the Defence Industry after Next*. Newport (Rhode Island): Naval War College.

- Hamel, G. (1991) Competition for competence and interpartner learning within international strategic alliances. *Strategic Management Journal* **12** 83–103.
- Hamilton, D. S. (ed.) (2004) *Transatlantic Transformations: Equipping NATO for the 21st century*. Washington: Center for Transatlantic Relations.
- Inkpen, A. C. (1995) *The Management of International Joint Ventures: An Organizational Learning Perspective*. London: Routledge.
- James, A. (2004) The defense industry and transformation: a European perspective. In *Transatlantic Transformations: Equipping NATO for the 21st Century*, pp. 163–189, edited by D. S. Hamilton. Washington: Center for Transatlantic Relations.
- Lane, C. (2001) Organizational learning in supplier networks. In *Handbook of Organizational Learning and Knowledge*, edited by M. Dierkes, A. Berthoin Antal, J. Child, and I. Nonaka. Oxford & New York: Oxford University Press, Chapter 31, pp. 699–715.
- Kim, D. H. (1993) The link between individual and organizational learning. *Sloan Management Review* **35**(1) 37–50.
- Lockett, A. and Thompson S., (2001) The resource-based view and economics. *Journal of Management* **27** 723–754.
- Lorell, M. A., Lowell, J., Moore, R. M., Greenfield, V. and Vlachos, K. (2002) *Going Global? US Government Policy and the Defense Aerospace Industry*. Santa Monica, CA: Rand.
- Masson, H. (2003) *Participation de pays européens au projet d'avion de combat JSF et conséquences pour l'Europe de l'armement*. Research financed by the French MoD, Paris: FRS, <http://www.defense.gouv.fr/sites/das/dossiers/>.
- Mérindol, V. (2005) Defence RDT&E and knowledge management: a new inquiry into public and public-private coordination. *Defence and Security Analysis* **21**(2) 159–177.
- Mérindol, V. and Versailles, D. (2003) Le gap technologique entre les Etats-Unis et le reste du monde. In *La recherche et la technologie: enjeux de puissance*, edited by D. W. Versailles, V. Mérindol, and P. Cardot, 45–79.
- Mérindol, V. and Versailles, D. (2006) International comparisons on the triptych government/industry/academic research in defence related R&D projects: the crucial role of expertise abilities. Forthcoming in the *Proceedings of the 13th International Conference on the Management of Technology (IAMOT)*. Oxford: Elsevier.
- Militarily Critical Technologies Lists*, URL <http://www.dtic.mil/MCTL/> consulted several times between April 2001 and June 2005.
- Molas Gallart, J. (1996) From offsets to industrial cooperation: Spain's changing strategies as an arm importer. In *The Economics of offsets. Defence Procurement and*

- Countertrade*, edited by S. Martin. Amsterdam: Harwood Academic Publishers, Chapter 11, pp. 299–320.
- Molas Gallart, J., Chinworth, M. and Dibbiaggio, L. (2003) *Les enjeux technologiques et industriels de la coopération transatlantique*. Unpublished, Research financed by the French Ministry of Defense (OED). Brighton: Complex Product Systems Innovation Centre.
- Porter, T. (2002) *Technology, Governance and Political Conflict in International Industries*. London: Routledge.
- Sandler, T. and Hartley, K. (1999) *The Political Economy of NATO, Past, Present, and into the 21st Century*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sullivan, S. (2002) Globalized security: an allied industrial base for the 21st century. *Acquisition Review Quarterly*, 151–166.
- US General Accounting Office (2004) *Status of the F/A-23 and JSF programs*. GAO-04-597T, Washington DC., <http://www.gao.gov>.
- Versailles, D. W. (2003a) Le concept de base industrielle et technologique de Défense : époque, approches, acteurs. In *La recherche et la technologie: enjeux de puissance*, edited by D. W. Versailles, V. Mérindol, and P. Cardot. Paris: Economica, Chapter 1, pp. 9–36.
- Versailles, D. W. (2003b) Un cheval de Troie: le programme JSF. In *La recherche et la technologie: enjeux de puissance*, edited by D. W. Versailles, V. Mérindol, and P. Cardot. Paris: Economica, Chapter 2, pp. 81–88.

G. 2003: “Un cheval de Troie : le programme JSF” (in Versailles et alii, 2003)

Référence :

- VERSAILLES, David W., 2003, « Un cheval de Troie : le programme JSF », pp. 81-88 in Versailles, Mérimond, Cardot, 2003, *La recherche et la technologie, enjeux de puissance*, Paris : Economica.

Cet article représente un supplément au chapitre 2 de l'ouvrage *La recherche et la technologie, enjeux de puissance*, chapitre qui est consacré à l'analyse du gap technologique entre les Etats-Unis et le reste du monde. Ce chapitre analyse en particulier les différentes méthodologies retenues pour quantifier ce « gap » dans les administrations de différents pays. Un des outils retenus par les Etats-Unis pour piloter les politiques publiques de Science et de Technologie et les politiques de contrôle des exportations réside dans des références aux listes de technologies clés militaires ; il se trouve analysé en détails dans l'article publié en 2006 dans *Defense and Peace economics* (section F de ce thème).

RÉSUMÉ: Le programme aéronautique « Joint strike fighter » illustre le caractère structurant d'un programme militaire et ses impacts, conjoints, sur les budgets publics, les partenariats internationaux en matière de R&D aéronautique, et sur la réorganisation des compétences industrielles. En tant que tel, un tel programme représente une forme de politique industrielle et structure les efforts en matière scientifique et technologique. Il concourt directement à la préservation du leadership américain en la matière pour ce qui concerne les technologies militaires et les avions de combat, donc à la préservation du gap technologique en faveur des Etats-Unis.

ABSTRACT: The aeronautical program Joint Strike Fighter illustrates the structuring impact of a military program onto public S&T budgets, international partnerships and the technological competences in the domain. Such a program represents a true industrial policy which structures basic and the aeronautic-related applied research. The JSF program directly contributes to the preservation of the American leadership in the domain of military technologies in general and of combat aircraft more specifically and therefore to the preservation of the technological gap in favor of the USA.

KEYWORDS: industrial policy, specialization, aeronautics, military programs.

Le 26 octobre 2001, suite à la validation de son démonstrateur industriel, le contrat de maîtrise d'oeuvre du JSF a été attribué à Lockheed Martin. Les avions d'armes en dotation dans les forces armées des Etats-Unis accusent leur âge. Les quinze prochaines années verront le F-22 Raptor remplacer les F-15C de supériorité aérienne ; les F/A-18 E/F Super Hornet prendront la place des premiers F/A-18 et des F-14 Tomcat de la Navy ; le JSF prendra le relais des AV-8B Harrier du corps des Marines, des A-10 et des F-16 Falcon de l'Air Force, et des F/A-18 C/D de la Navy. Des dérivés du F-22 ou du JSF seront à leur tour candidats au remplacement des F-15E Strike Eagle et F-117. Le programme JSF représente *LE* programme majeur des trois prochaines décennies pour les avions d'armes. Trois versions seront développées en parallèle : une version standard (US Air Force), une version marinisée pour décollage catapulté à partir des porte-avions (US Navy) et une version à décollage vertical (US Marines Corps et Royal Navy). Le JSF, baptisé F-35 depuis la validation du démonstrateur, est un chasseur parfaitement polyvalent, n'étant surclassé que par des intercepteurs purs, taillés pour les hautes altitudes, avec qui il ne pourra jamais rivaliser en combat aérien rapproché.

Le programme JSF est un cheval de Troie dans la BTID

européenne, ou plutôt dans celle qui existe en ordre dispersé dans les Etats européens qui fabriquent aujourd'hui le Rafale (Dassault), le Typhoon EFA 2000 (consortium Eurofighter : Espagne, Allemagne, Italie et Royaume Uni) et le JAS-39 Gripen (Saab et BAe Systems, le seul pour l'instant à bénéficier d'un contrat à l'exportation signé en 1999 avec l'Afrique du Sud). Justement parce que le programme JSF marque un saut de génération important dans les avions d'armes, et que le ticket d'entrée en matière de recherche et de coûts de développement est assez élevé pour assécher les budgets nationaux, le fait de rejoindre le programme JSF crée *de facto* un effet d'éviction. Ce choix, légitime s'il est délibéré, remettra en cause à terme l'autonomie de la BTID européenne en matière de chasseurs. C'est un choix, peut-être une contrainte, qui ne semble pas sous cette forme faire partie du raisonnement des décideurs publics.

Economie générale du programme

Sur le plan militaire, le F-35 semble bien né. La fiche programme promet un appareil idéal, offrant entre 1,5 et 2 fois plus d'autonomie et de charge utile par rapport à ses prédécesseurs. Sa furtivité et son ensemble de guerre électronique, combinés au système de liaison de données, démontrent l'existence du saut de génération. Onze années de développement, 22 prototypes dont 14 seront testés en vol à partir de 2005, production en série programmée à partir de 2005, date prévue de la signature des contrats américains d'achat, livraison des quatre clients officiels à partir de 2008, en commençant par le Corps des Marines.

Sur le plan commercial, le volume des besoins laisse augurer que les records de production pour un chasseur seront battus. Ils sont détenus pour l'instant par le F-16. A horizon 2025, autour de 3000 avions devraient être construits et livrés aux forces américaines et britanniques, correspondant alors à un total de crédits de paiement de l'ordre de 300 G\$ courants. Le JSF étant susceptible de remplacer les F-14, F-16, AV-8B, Harrier, F/A-18 C, et compte tenu seulement des volumes actuels de ces appareils, le débouché export du JSF

est évalué à son tour vers 3000 unités. Il faut leur ajouter la nécessité de remplacer les Mirage F1 (700 exemplaires produits), certains Mirage 2000, les Tornado (990 produits) et les MiG-21, MiG-23, MiG-29 et autres Su-22 hérités par les pays de l'ancien Pacte de Varsovie.

L'Europe représentera le débouché principal pour les avionneurs, seul l'Eurofighter étant assuré d'un potentiel de commande de 600 appareils par les pays impliqués dans sa construction. En pratique il existe une fenêtre pour placer d'autres avions que le F-35 entre 2002 et 2011. Après quoi, le rouleau compresseur américain passera, et seuls les Etats recherchant explicitement un équipement non-américain s'équiperont autrement - ce qui laisse une petite place pour la survie du Rafale, le moins court des concurrents.

Sur le plan industriel, Lockheed Martin s'est vu attribuer la maîtrise d'oeuvre du programme sur la foi de son prototype X-35. Boeing demeurait le seul autre constructeur en lice pour la phase finale de la compétition. Sa défaite s'explique par son infériorité en matière de furtivité : Lockheed a étudié ces questions sur les F-117, F-22, et le concepteur du B-2 figure dans son équipe. Les entrées d'air du F-35, communes aux trois versions de l'appareil, resteront comme un bel exemple de cette supériorité de Lockheed Martin sur Boeing, leur conception permettant de supprimer les séparateurs de couche limite (ou déviateurs d'onde de choc). Ce programme de recherche avait d'ailleurs fait l'objet d'un « black program » spécifique, et d'essais en vol sur F-16 (un autre avion Lockheed) jusqu'à Mach 2. Avec le F-35 les Américains disposent d'un excellent produit : mais si la furtivité est le principal atout de l'appareil, ce sera aussi la principale restriction à son exportation.

Dans son choix, le Pentagone a déclaré n'avoir tenu aucun compte des conséquences industrielles. En attribuant le contrat à Lockheed Martin seul malgré la taille du programme, il a même maintenu la procédure « *winner takes all* ». Ce choix a permis de sauver l'avenir de Lockheed Martin, car ce dernier n'aurait eu aucun appareil exportable après 2010 en cas d'échec du X-35. Hors du marché des avions civils, en revanche, Boeing n'est pas démuné : ravitailleurs en vol (sur la base d'avions civils), avions d'armes (famille F/A-18 Super Hornet), avions de transport tactique (le quadriréacteur C-17) et drones (le prototype X-45, très prometteur). Au moment de l'annonce de l'attribution du contrat JSF à Lockheed Martin, le Pentagone annonçait que Boeing « était autorisé à négocier un contrat de crédit bail concernant 100 KC-767E », ravitailleurs en vol transformables et modulables, dérivés du 767 de transport de passagers, pour un montant de plus de 2 G\$ par an, pendant 10 ans. Même si ces montants ne se retrouvent pas en loi de finances initiale pour 2003 au titre de l'US Air Force, l'annonce est révélatrice. Quelques mois plus tard (août 2002), jouant sur l'effet contra-cyclique des commandes militaires par rapport au marché aéronautique civil qui fonde la stratégie de Boeing, un contrat de 9,7 G\$ portait sur l'acquisition de 60 appareils de transport tactique C-17 Globemaster III, sauvant ainsi le plan de charge des usines Boeing de Los Angeles (CA) suite aux baisses de commandes civiles.

Le montage industriel

Trois versions du JSF seront développées, propres à satisfaire les besoins des quatre clients majeurs. Entre elles, un taux de communauté de 80 à 90% permettra de réaliser des

économies au niveau du développement, de bénéficier des effets de série, de profiter pleinement du retour d'expérience et de faciliter le maintien en conditions opérationnelles. Le réacteur du JSF était déjà désigné et reprenait la base du modèle développé pour le F-22 : Pratt & Withney et Rolls-Royce, conjointement, en développeront les différentes versions (dont le modèle spécifique pour l'appareil à décollage court et atterrissage vertical). Lockheed Martin détient la maîtrise d'oeuvre industrielle, 66% de la charge de travail et plus de la moitié des 5 000 emplois créés. Northrop Grumman récupère 20% du programme. Il travaillera plus spécialement sur certaines parties de l'avionique et sur la furtivité, fournira son radar à antenne active, les capteurs électro-optiques de désignation de cibles air-air et air-sol, et le système d'autoprotection ; Northrop participera au développement des sous-ensembles de capteurs optroniques. BAe Systems (12 à 14% selon les sources) sort aussi en vainqueur du programme, ses implantations du Royaume-Uni et des Etats-Unis étant toutes deux concernées, respectivement par les sous-ensembles de guerre électronique et pour leurs compétences en matière de décollage et atterrissage vertical.

Les sous-traitants représentent 60% du partage industriel. Lockheed Martin a su agrémenter son projet d'une organisation industrielle attractive. Ils ont associé leurs interlocuteurs étrangers en tant que '*subcontractors*' dès les phases amont consacrées aux démonstrateurs. C'est une révolution dans les compensations industrielles, pour deux raisons. La première réside en une inversion de calendrier : la mise en place des partenariats industriels a eu lieu en amont, de sorte que la compensation industrielle motive la négociation du contrat d'équipement en signalant l'excellence la BTID 'nationale' qui fait partie du projet. La seconde est plus prosaïque : les partenaires étrangers sont pleinement intéressés par le succès de l'avion, et savent persuader leurs gouvernements de retenir l'option JSF. Les montages industriels avaient été affinés dès la dernière phase de concurrence, certains partenaires industriels étant d'ailleurs présents dans les deux projets. Dans la copie rendue par Lockheed Martin figurait une longue liste de sous-traitants, qui avaient déjà été associés aux phases amont de la recherche. Parmi eux, une vingtaine mentionne faire bénéficier des sites industriels européens du plan de charge JSF. Douze firmes sont britanniques, mais elles sont pour l'essentiel reliées à BAe Systems ou à Rolls-Royce (motoriste). Sept entreprises sont néerlandaises, et une italienne. Les Pays-Bas, de façon typique, se sont vu attribuer des essais en soufflerie dans les centres de recherche du TNO et du NCLR ; les entreprises du secteur aéronautique comme Fokker, ou de l'électronique comme Philips, Sun ou Signaal (devenu Thalès NL) font valoir leurs spécificités en matière de technologie de Défense, alors que les Pays Bas ne font partie d'aucun des cercles de construction de l'Europe de l'armement (*cf.* chapitre 2).

La phase '*system development and demonstration*' a été lancée suite au choix du 26 octobre 2001 : elle correspond aux développements relatifs à l'ingénierie et au processus de production. Avec elle, un appel d'offres a été clôturé au 15 juillet 2002, proposant aux entreprises de s'engager dans la suite du programme JSF. Le cadre général de cette coopération industrielle a été négocié par Lockheed Martin avec le Pentagone, et fait actuellement l'objet de travaux avec le Département d'Etat. A la suite du Royaume-Uni, de l'Italie, des Pays-Bas, du Danemark, de la Norvège, de la Turquie et du Canada, l'Australie a rejoint le programme. Sept pays sont ainsi estampillés partenaires. En tant que tels, ils seront représentés auprès de la direction de programme pour faire valoir leurs spécificités

sur le plan de l'usage opérationnel, et leurs industries connaîtront un traitement préférentiel au moment de la distribution du plan de charge. Ils contribueront financièrement (*cf.* tableau *infra*) aux diverses parties de cette phase de développement et de recherche. Cet investissement représente, en quelque sorte, un ticket d'entrée pour faire partie du club JSF. Lockheed Martin a identifié des entreprises dans les pays partenaires, firmes qui vont maintenant entrer en compétition pour leur propre plan de charge. Il y en a quatorze au Royaume-Uni, seize aux Pays-Bas, plus de vingt en Italie, dix au Canada, six en Turquie, dix-huit en Norvège, et quatorze au Danemark. Des négociations sont aussi en cours avec Singapour et Israël : ces deux pays recherchent plus un accord de coopération et de sécurité qu'un véritable partenariat industriel.

Tableau 1 - **Dix pays consacrent 20 G\$ au JSF**

Pays	Avions à remplacer	Investissement dans la phase de développement
Etats-Unis.....	F-16, A-10, F/A-18, Harrier, F-14.....	15 000 M\$
Royaume-Uni.....	Harrier, Tornado	2 000 M\$
Italie	Harrier, Tornado, AMX.....	1 000 M\$
Pays-Bas	F-16.....	850 M\$
Turquie.....	F-4, F-16	175 M\$
Canada	CF-18	150 M\$
Norvège.....	F-16.....	137 M\$
Danemark.....	F-16.....	105 M\$
Singapour	F-16.....	50 M\$
Israël	F-16.....	20 M\$
Australie.....	F/A-18.....	??

Source : Air et Cosmos, n°1853, 26/07/02, pp. 32-37 et Show News 24/07/02

Malgré les évaluations de débouchés qui sont fondées sur les remplacements nécessaires des matériels en service aujourd'hui, la véritable inconnue au niveau du partage industriel demeure dans la mise en place des outils de production. Les chaînes de fabrication des appareils destinés aux Américains et aux Britanniques seront localisées de telle façon que l'arbitrage entre minimisation des coûts et retours industriels permette tout de même de disposer des avions au meilleur prix (de 37 à 50 M\$ 2002 selon les versions). Mais, comme pour le F-16, des accommodements pourront être trouvés avec les pays qui le souhaitent, et des lignes de production spécifiquement redondantes mises en place. Dans la mesure où les pays impliqués dans le programme n'ont pas encore spécifié combien d'avions ils acquerraient, la réflexion sur le partage industriel ne peut aller bien loin. Il n'est pas certain que les choses évoluent très vite sur ce point.

Le montage technologique

Un retour sur l'association des sous-traitants aux phases amont de la recherche semble nécessaire pour comprendre les enjeux de la participation internationale au programme

JSF. Quatre niveaux d'implication avaient été définis pour les participations internationales à la '*concept development phase*'. Les quatre niveaux, classés *infra* par ordre d'avantages croissants, couvrent un spectre qui va du simple achat sur étagères au véritable partage de technologie :

- '*Major participant*' (Israël, Singapour, Turquie) : c'est le niveau qui ouvre la voie à un achat sur étagères ; afin d'éclairer leur choix, ces pays ont accès à certaines informations d'ordre technique, en particulier relatives au maintien en conditions opérationnelles ;
- '*Informed partner*' (l'Italie et le Canada depuis 1998) : toute l'information est accessible et garantie, officiellement pour 'comprendre et évaluer l'utilité de la famille JSF' ;
- '*Associate / limited partnership*' (le Danemark depuis 1997, la Norvège et les Pays-Bas depuis octobre 1996) : au niveau précédent, il faut ajouter la participation à des projets de recherche limités à des technologies spécifiques, permettant alors d'influer sur les options retenues relatives à *cette* technologie, ou alors relatifs au coeur du programme, mais sans pouvoir en influencer la définition ;
- '*Collaborative development partnership*' : seul le Royaume-Uni est à ce niveau de coopération depuis les prémisses du programme, niveau qui permet d'être pleinement décisionnaire.

Les quatre points mentionnés, et la logique qui permet de les hiérarchiser, permettent de qualifier la relation de dépendance qui caractérise le gap en termes technologiques. Il ne s'agit pas *a priori* de mettre en évidence un niveau scientifique insuffisant, ou un manque de connaissances. Les compétences scientifiques existent en Europe, mais la liaison avec le monde industriel démontre un manque de moyens et une faiblesse dans la gestion des organisations. Le raisonnement peut être tenu par l'absurde, vu l'évolution des budgets à attendre pour la période couverte par le projet JSF. Les Etats qui y engagent les montants mentionnés *supra* vont bien devoir les prélever ailleurs, en particulier dans les budgets de R&D militaires ou civils, ou dans les budgets d'équipement militaire. Si la marge de manœuvre budgétaire du Royaume-Uni et sa politique en matière de relations internationales peuvent laisser inférer sans trop se tromper qu'une grande partie des 2 G\$ sera consacrée à la R&D, rien n'est moins sûr pour l'Italie et les Pays-Bas qui, de surcroît, ne justifient pas de l'existence d'un budget de R&D militaire. Vu les entreprises néerlandaises qui étaient mobilisées dans la phase clôturée par la validation du démonstrateur industriel, ce sont surtout des moyens de recherche dans l'aérodynamique et l'informatique de Défense qui bénéficieront du statut de « partenaire associé », laissant augurer d'un véritable partage de compétences dans ces domaines. L'Italie n'a pas opté pour le même statut, et 's'informera' plus spécifiquement sur deux sujets : les externalités environnementales et la compatibilité des fréquences de fonctionnement des matériels radio-émetteurs (porteuse).

Les budgets que ces deux Etats vont mobiliser dans le programme JSF sont autant de moyens de financement qui ne seront pas injectés dans le projet de recherche européen ETAP ('*European technology acquisition program*'), une des initiatives du Conseil européen dans le cadre de la construction de l'Europe de l'armement. En 2006, le

Royaume-Uni, l'Italie et l'Espagne sont censés rejoindre l'Allemagne, la France et la Suède dans ETAP, mais qu'apporteront-ils sur le plan budgétaire puisque leur marge de manoeuvre est déjà quasiment nulle, et si leurs disponibilités sont absorbées par le programme JSF ? Il reste une dernière dimension à mettre en évidence. En matière industrielle, et plus encore dans le cas des programmes complexes, les technologies proprement dites ne sont rien sans la capacité à les intégrer et sans les méthodes de gestion adaptées. Ces fonctions définissent la compétence de maître d'oeuvre industriel. Les systémiers tendent à se spécialiser dans l'expertise spécifique à la gestion systémique du programme, à travers une progression ininterrompue de contrats de recherche et un processus d'innovation continu (Lorell & Levaux, 1998). L'expérience compte. Dans le JSF, Lockheed se l'est réservée. Les principaux équipementiers feront tous partie de la BTID américano-britannique. Cela signifie, simplement, que les entreprises du programme JSF ne pourront acquérir d'autres compétences que celles caractéristiques du sous-traitant ou de l'équipementier. C'est une autre forme de dépendance. Le *'joint strike fighter'* illustre ainsi parfaitement le type de contenu empirique qui donne un sens au concept de *'gap'* pour le militaire.

H. 2009 (forthcoming), "The case of industry architectures and co-specialization with the F-35 Lightning II, JSF »

Référence :

- VERSAILLES, David W., 2009 *forthcoming*, « The case of industry architectures and co-specialization », in Adrew JAMES and Philippe LAREDO, eds ; 2009, *Re-evaluating Defence R&D and innovation dynamics*, Cheltenham, UK and Northampton, USA : Edward Elgar.

RÉSUMÉ: Cet article est élaboré sur la base d'une étude de cas qui détaille les rouages d'un programme structurant pour la R&D aéronautique et militaire, le JSF F-35 de Lockheed Martin. Ce programme international est basé sur de nouvelles règles de coopération entre les acteurs industriels et étatiques au niveau mondial. L'article étudie les nouvelles formes d'architectures industrielles induites par l'organisation du programme JSF, que le Pentagone et Lockheed Martin tentent de généraliser. Les évolutions de la co-spécialisation des firmes sont mises en évidence par rapport aux rôles du maître d'œuvre industriel et de l'Etat client dans la gouvernance spécifique qui se met en place et structure de façon importante les relations entre des acteurs qui avaient déjà l'habitude de travailler ensemble dans le cadre aéronautique et militaire. Les différents facteurs de mobilité sont mis en lumière à partir des outils de l'économie de la connaissance. La stabilité du réseau dans le temps est analysée sur la base des mécanismes de diffusion des connaissances stratégiques au sein du réseau, dans le cadre des asymétries de pouvoir entre le maître d'ouvrage et les autres acteurs industriels.

ABSTRACT: This contribution is based upon a case study of Lockheed Martin's JSF F-35 combat aircraft, a program shaping military aeronautics (R&D and production) for the future. This international program structures new rules and interactions between the industry and the States. The article investigates the new roles of architectures ruling the JSF program, which the Pentagon and Lockheed Martin intend to generalize onto other programs. The evolution of industrial co-specialization relates to the attributions of the prime contractor and of the State-owner which impact and structure the relationships between actors who used to work together for years. The mobility factors are analyzed under the scope of knowledge economics criteria and arguments. The dynamic stability of the network is analyzed according to the diffusion of strategic knowledge assets, in the framework of power asymmetries introduced by the prime contractor and managed against the other industrial contributors to the network.

KEYWORDS: knowledge economics, co-specialisation, knowledge assets mobility, prime contractor, systems integration, architectures, military aeronautics.

Introduction*♥

The Joint Strike Fighter (hereafter JSF), now coined also as the F-35 “Lightning II”, represents a significant new instance for armaments programs running international cooperation. At first glance, this program remains significant because of its size: at a minimum prize of 75M\$ for each plane, the USA and their allies are supposed to procure more than 4,000 jet planes in the forthcoming decades. This program also claims to be a new way to organising international cooperation; it obeys new collaborative rules issued and managed by the US Department of Defense and by Lockheed Martin, acting here as the prime contractor. New implications and challenges have arisen for the European industry since the emergence of this program which is clearly introducing a milestone in the international cooperation. This contribution will focus on the evolution of the co-specialisation of the asset-holders inside the JSF program; it will introduce the JSF program as a case relevant for the investigation of mobility and complementarities inside industrial networks.

The major drivers of cooperation in weapons production usually refer to economic and strategic aspects. The recourse to international cooperation relies on a convergence of strategic issues and operational drivers for military intervention. Economic issues spam over cost reduction, budget sharing and technology management. The mutualisation of budgets and competences helps elaborating the program in the R&D phases. When managed in the framework of international cooperation, partners benefit from economies of scale for the main investments (R&D phases, demonstration flights, test programs, production plants). All partners intend to preserve domestic jobs and some specific competences in elaborating an industrial. Countries such as the USA secure the potential for exports through cooperation while the countries seeking for weapon systems acquisition open the path to procurement. It will be worth checking how these arguments apply in the case of a huge program such as the JSF, and reorganize the dynamic of the contributors.

The JSF program represents a specific instance of technological system as defined by Carlsson and Stankiewicz (1991, p. 21): a “network of agents interacting in a specific technology area under a particular institutional infrastructure for the purpose of generating, diffusing and utilizing technology”. Actors are defined by their competencies; they interplay in an array of technical, financial and political influences over the networks. Over time, the recognition of collective interests will characterize the system as such. As Hughes (1983) points out, an important structuring role is associated to the prime mover, or system builder, because it will soon structure and organise the division of various activities among the network. It will also impact the whole sector. As Jacobsson and Bergek explain (2004, p. 818), “being strongly integrated into a network increases the resource base of individual actors, in terms of gaining access to the information and knowledge of other actors”. In the

* Ideas developed in this communication are those of the author and do not commit in any way the French ministry of Defense.

♥ The author would like to thank Andrew James, Jonathan Aylen and Valérie Mérindol for comments on earlier versions of this communication.

JSF network, all institutional and contractual relationships relate to the dynamics inherent to the integration levels, which have been consistently shaped both at the level of the international cooperation and at the level of industrial integration. Yet dependency paths associated to the complementarities automatically emerge inside the network and follow its systemic dynamics.

This contribution follows Teece's core contributions on innovation (1986) as revised by Jacobides *et alii* (2006). This paper investigates the relationships between the innovators and other contributors inside the program network. It aspires to extend Teece's framework to industry-wide architectures and elaborates on the concept of co-specialisation introduced by Jacobides *et alii*: industry architectures emerge and circumscribe the division of labour among a set of co-specialized firms. Co-specialisation provides an explanation for the recombination of industrial activities driven by the dynamics of decision making and by the strategy of specific firms. This contribution builds on recent research on co-specialisation and points out new ways to organize international collaborative programmes on the basis of complementarity strategies and factor mobility. Why did the countries decide to collaborate to the JSF program? What are the claimed benefits? All sections investigate the decision processes associated to the program and explain why it represents a new model for international cooperation. Industry architectures are reshaped by the JSF program and re-create the contours of the industry. Selection and management of the various international contributors to the JSF network by Lockheed Martin and by the United States Department of Defense (DoD) make up new dependence situations and lead to new ways of creating value.

This contribution is structured as follows. The next section points out the actors, the networks and the institutions running the program, which remains important to grasp the system where the JSF program develops. The subsequent section develops the elements associated to JSF integration and to the industrial architectures. The fourth section focuses on network externalities associated to the JSF program and investigates the key role endorsed by Lockheed Martin in the program. The fifth section deals with the dynamic of co-specialisation occurred as a consequence the JSF program and outlines potential tendencies for the aeronautic industry, included for the future of the European aeronautic industry. The last section concludes.

Outline of the JSF program

JSF is a joint, multinational acquisition program for the US Air Force, the US Navy, the US Marine Corps and eight international partners, including the British Royal Navy. In October 1995 the USA decided to merge former service-specialized programs into the Joint strike fighter (JSF) program whose characterisation refers to a high degree of commonality among three variants: conventional take off / landing (CTOL), carrier variant (CV) and short take off / vertical landing (STOVL). JSF is expected to become the largest aircraft procurement program ever (cf JDW 7 February 2007, p. 5) with a known requirement of 1,763 aircraft for the US Air Force over the course of the program and a combined order for 680 aircrafts for the US Navy and the Marine Corps. Considering all aircrafts to be replaced by the JSF in the allied countries in the NATO forces, other 2,000

JSFs are expected to represent the minimum basis for exports. Current evaluation makes the JSF the world's most expensive program with as much as 276\$bn life cycle cost.

From the earliest stages of the program, the airplane has been intended to demonstrate F-16 and F-18 "aero" performances, stealth signature and efficient countermeasures, modern avionics, data links and adverse weather precision targeting capabilities. It was developed to allow an increased mission range with internal fuel and weapons, and designed for highly supportable, state-of-the-art prognostic and health management. The JSF will complement all modern Defence programs currently under development in the USA, to which the JSF will contribute as the major air combat platform. The program started officially in the early 1980s, with delivery starting in 2009 for the US Air Force; it is planned to continue through 2026. The aircrafts will stay in service until 2060 or longer. The early prototype F-35-AA1 has flown its first test flight on December 15th, 2006; this flight begins a 12,000 hours flight test program. The Memorandum of Understanding (MoU) associated to the Production, sustainment and follow-on development phase has been signed by the Netherlands, Italy, Denmark, Norway, Turkey, the United Kingdom, Canada, Australia and the United States. Plans call for the JSF to be the world's premier aircraft through 2040.

Lockheed Martin is the F-35 prime contractor and as such preserves for its industrial plants about 50% of the 5,000 jobs creations associated to the contract. Depending on sources, the Lockheed Martin Company and its direct subcontractors hold a global share varying between 33% and 50% of the global workload. Northrop Grumman and BAe Systems are principal partners in the project. In addition to them, Pratt and Whitney and the General Electric Rolls Royce fighter engine team worked on separate lines with the JSF team to design and to build interchangeable engines for the JSF (respectively named F135 for P&W and F136 for the team led by GE and Rolls Royce).

From the earliest stages of the program, Lockheed Martin and its major team mates have built up an integrated management team at a much higher level than was previously done. The program is run by a "program office" run together by officials from the US DoD and Lockheed Martin representatives; it is in charge of making all major decisions for the management of technologies and partnerships and aims at determining, and then delivering, the most capable and affordable aircraft design. Focusing on cost-efficiency has therefore replaced the traditional view centred on specifications and performances. Innovative systems and advanced technologies will significantly reduce weapon system life-cycle costs while meeting the requirements for military customers. The management of international partnerships evolved accordingly to the quest for cost-efficiency. International collaboration used to specify the terms of the interactions with the foreign partners (States and industry) in following "*juste retour*" rules, where a fair share of industrial workload was negotiated in correspondence with to the commitment of the partner Nations to the program. As Sandler and Hartley (1999, p. 148) point out, work was then allocated on the basis of equity and political bargaining. JSF partnership management contrasts because it is based upon '*best value criteria*'. DoD documents define this as a function of many different things: risk, maturity, technology readiness, not just price. All international and US suppliers have to compete for work on the program, and a contribution to the R&D phase does not secure any participation to the industrial production of the aircraft. US suppliers have been asked to help find the best international

companies to participate, mainly on the basis of their own partners. Globally stated the early development of partnerships with national or international companies reverses the usual organisation in program management: JSF partners enter the program early, firms are selected according to their “best value” contribution and commit to cost management processes. A twofold negotiation occurs as the program office negotiates separately with the firms and with the partners States, diluting their influence over the decision making process. This procedure has considerably affected national political debates over the commitment to the JSF program in the partner countries, and governments had to fight hard to legitimate such a decision to their public opinions because the returns were often considered not to balance the huge amounts of budget invested into the JSF program.

Partner countries have been separated among four categories, depending on their financial investment in the JSF program. Each category will then open the path towards data and knowledge sharing or technological transfers associated to the system development and design, and then to the production phase. Level 4 are coined as ‘major participants’ and this status opens only the possibility to get the data relevant for common off the shelves procurement. The corresponding countries are partly mentioned as ‘partners’ in the JSF office documents (e.g. Turkey) while the GAO clearly ranks some of them in the ‘non partners countries’ (e.g. Israel, Singapore). Level 1, 2 and 3 countries are always associated to specific partnership linkages and networking options. Level 1 countries are ‘collaborative development partners’: only the United Kingdom belongs to this category with an overall contribution superior to \$2bn. Level 2 countries are ‘associate’ or ‘limited’ partners. In the phase where demonstrator aircrafts were elaborated, Denmark, Norway, and the Netherlands had there to decide between two options: either they would have access to all data and knowledge lying at the core of the program without having the possibility to influence over the definition of the specifications, or they would gain a total access to a single technology family only and preserve their right to contribute to decision making in this specific area. Level 3 countries (Canada) are ‘informed partners’. They are guaranteed the plain access to all data required to “understand and evaluate the relevance of the JSF aircrafts”. Countries are not definitively blocked into a specific category: Italy started in the early R&D phase as an informed partner (tier 3) and evolved into an ‘associate / limited’ partner (tier 2) in charge of some highly specialized technological areas in signal treatment. All together Italy will inject almost \$1 bn in the JSF.

The JSF turns out to represent the only major industrial opportunity for fighter aircraft over the next twenty years. It represents as much an industrial program as a military aircraft.

JSF network integration and the role of industry architectures

Considering the ambition of the program, companies belonging to the JSF team seem well prepared to retain their single source positions on the program and enhance their competitiveness, whatever the schedule and costs of the JSF program if it maintains in the first position worldwide. What about knowledge creation and industrial dynamics? Competence building draws back to the various relationships emerged at the time where the program office made up the major technological decisions between 2001 and 2006. As a consequence, the organization of knowledge exchanges has been structured in the tier framework clearly delineated by Lockheed Martin and the Pentagon. Technological

choices represent here a twofold arbitrage. On the one hand they follow decisions on technology readiness and affordability. On the other hand, they related directly to the elaboration of (or to the anticipations over) the forthcoming military doctrine. At the same time, they constitute both the outcome of the dynamics of the interaction in the industrial network and the starting point for future cooperation.

This process may be exemplified on the basis of stealth technologies, which are currently an asset in air superiority. The R&D process associated to JSF stealth technologies is alleged to be totally completed by the moment where the airplane will be commissioned in the services. On former programs, stealth was mainly associated to anechoic materials absorbing radar (micro) waves as it is the case for strategic air bombers F-117 or nuclear submarines. Lockheed Martin competences in the domain result from R&D conveyed through “black programs” dated back to the 1970s and 1980s. Innovations for JSF stealth capabilities devote now a great importance to the general layout of air intakes around the JSF engine and with the airplane general shape; they combine with former techniques but the whole architecture of the aircraft has been reshaped. As a consequence, these technologies cannot be separated anymore from the airplane as were anechoic materials previously. No wonder, then, that both Lockheed Martin and the US Pentagon do not easily accept to share stealth competences and capabilities with any industrial or international partner.

On the industry side, stealth competences belong to the kernel of Lockheed’s competitive lead. Knowledge about this technology has represented in 2001 a decisive advantage at the time Lockheed won the ‘*winner takes all*’ competition against Boeing. As it now relates to the general structure and layout of the plane, such knowledge gives also Lockheed Martin a decisive advantage over the other companies present in the network bidding for the contract. Lockheed enunciates the various conditions making the plane stealth and all partners have then to adapt to it, without any possibility of control over the prime contractor. Stealth¹⁴³ represents an ‘architectural knowledge’ (in Hobday (1998)’s words): the design of the whole aircraft depends on this knowledge, and Lockheed is the single one actor who holds data and concrete expertise on it. All other R&D or production partners need to rely on Lockheed Martin and to coordinate with it in order to contribute to the program. Related knowledge assets structure the industry architectures (Jacobides *et alii* 2006: 1203), because interconnections in the network require that the other contractors adapt to the standards and templates flowing from the stipulations. Lockheed sets up in this way specific dams and barriers protecting its power over the network and, as Boisot and Griffith (2003: 220) explain, it controls in this way the most important value creation processes. Such a knowledge asset empowers Lockheed to structure the industry network. At the level of the design of the whole aircraft, Lockheed’s decision power directly relates to its architectural knowledge and it provides the templates defining both the division of labour and the division of revenues (Jacobides *et alii* 2006: 1206).

Due to the early involvement of international partners in the R&D phase, decisions related to the release of classified information, technologies, or systems to other countries have been addressed as the agencies and partners were confronted to the issue(s) throughout the

¹⁴³ Data fusion, avionics, and software integration are other instances of crucial technologies shaping the industry architectures at a sector-wide level.

development of the system (GAO-06-364). As Jacobsson and Bergek (2004) analyze it, this development opens a possibility to define the borders of the system throughout its components. Tracing the way through which a particular combination of actors or a specific institutional set-up shapes the generation, diffusion and utilization of new technology, remains a specific organizational feature associated to the functional analysis of technological systems. Hobday (1998) or Prencipe, Davies and Hobday (2005) explain that architectural knowledge makes coordination possible in the network, because the mediation between the co-contractors and subcontractors' knowledge (*component*) bases becomes possible. The value of the project brought by the network lies precisely in the valorisation of the complementarities between the various contributors to the networks. Hobday, Prencipe and Davies introduce a typology suited to position each contributor in the programme network. Yet bridging their contribution with the literature on industry architectures makes it possible to clarify the dynamics of network complementarities between the actors' knowledge bases. Coordination inside the industry has been reshaped by the current responsibilities endorsed by a prime contractor such as Lockheed Martin. Inside the network associated to the program, any contributor depends obviously on the others. Some co-contractors may even powerfully enter in specific negotiations rounds because their competences remain impossible to replace their knowledge assets on the short run. Managing the division of labour and the division of revenues was previously managed by the States as a major prerogative in industrial policy. Lockheed Martin now bears directly the responsibility for competence building processes for the firms working in the aeronautic sector because the DoD has transferred such a responsibility to the prime contractors representatives in the program office. This is a key point. One cannot expect a company which depends on "winner takes all" competition to manage "*juste retour*" and equity at an international level without obviously seeking for consistencies with its own long-run strategy. As the United States Government Accountability Office¹⁴⁴ (GAO) comments on it (GAO-04-554), the clue for DoD's decision lies in the necessity to manage directly the competitiveness and cost-efficiency issues at the kernel of the network. The US administration therefore assimilates Lockheed's architectural knowledge with the assets relevant to balance potential participations against the goals and expectations of the JSF program. Lockheed Martin then contributes to the decision stages where the dynamics co-specialising the co-contractors and subcontractors strategically shapes the future of the international aeronautic industry. The JSF integration represents a specific model because it exemplifies new modalities for the elaboration of the industry architecture, where the asymmetry in decisions rights remains endogenously preserved in favour of a prime contractor who deterministically manages the distribution of knowledge assets. Partnerships depend on the commitment of the firms to an industrial strategy consistent with the program office, which states also that the distribution of decision rights over the network cannot evolve against the prime contractor. Possibilities to elaborate on the current knowledge base are endogenously created by the presence in the network and follow the access to information, revenues and complementarities decided by the prime contractor inside the program office. The JSF program now introduces a radical change

¹⁴⁴ As it is stated on the front page of its website www.gao.gov, the US GAO is known as "the investigative arm of Congress" and "the congressional watchdog." GAO "supports the Congress in meeting its constitutional responsibilities and helps improve the performance and accountability of the federal government."

because the Pentagon shares its structuring role with the prime contractor, and delegates substantial decisions ruling the repartition of activities to the program office co-chaired with Lockheed Martin.

JSF modalities for international collaboration: managing mutual dependencies and network externalities

The JSF program international structure was established through a framework of memoranda of understanding (MoU) and supplemental agreements. From the early beginning, the US DoD and the prime contractor have been concerned about the international implications of the JSF program. GAO also devotes constant efforts to inform and balance program schedule goals with partners and contractors information; at the same time it points out that the program office does not collect enough data on the lower tier subcontracts, which does not provide with a clear picture of the international supplier base. International participation builds up de facto a kind of JSF “club” but the US administration and the prime contractors are strongly committed at all stages of the program to not re-create the situation of the F-16 international cooperation: this fighter aircraft of a previous generation has become a true success with more than 4,300 jets¹⁴⁵ exported to 19 countries and 23 versions. Yet the negotiation of F-16 export agreements ended in the coalition of the export countries into a “club” which negotiated the duplication of production and support plants; these decisions induced important augmentations of the life cycle costs of the aircraft, included for the USA. Considering the size of the program, the minimization of the investments associated to R&D and production plants and the maximization of total industrial workload in the USA remain obviously the goals of the JSF program office.

When interacting with foreign partners, it claims that expected advantages are not limited to direct financial contributions or returns. Anticipated consequences of cooperation range from geopolitical issues and military-political interactions to economic determinants. International cooperation occurring on the basis of military programs constitutes a strategic alliance lasting as much as the program itself (Versailles 2003) which will incorporate also benefits of the elaboration of the programs occurring on JSF-related R&D declinations. The GAO identified in 2003 (GAO-03-1012T) a series of expectations that the USA anticipated to benefit from in the realm of this cooperation: the reduction of the total share of the program costs, an access for the USA to foreign industrial capacities (in R&D facilities, in specific contributions to the production phases). Among military outcomes GAO also identified improved interoperability with partners as an important result of the cooperation. Arguments all sketch the lines of the theory in favour of international cooperation at a conceptual level.

The argument developed by Jacobides, Knudsen and Augier (2006: 1207) elaborates on network externalities; co-specialization remains the outcome a co-evolution inside the network. It is important to bear in mind that cooperation may be driven here at different levels. In most countries, the contribution of a firm to the JSF network comes along with a specific partnership and the signature of contracts. In other cases, firms negotiate their

¹⁴⁵ Cf www.f-16.net and www.sipri.org.

access to the JSF program on their own basis and will therefore only manage the valorisation of specific component knowledge assets. This latter case may be exemplified by the French firm *Dassault systèmes*, present in numerous Lockheed's projects thanks to its Catia (3D modelling) software series even though France and the mother company *Dassault* do not contribute to Lockheed's aeronautical programs.

At the level of firms inside the JSF network, choices are run by an arbitrage between mobility and complementarities. As Jacobides *et alii* explain, mobility influences the bargaining power of the asset holders, and thus the division of the value creation chain; complementarities influence the size of the value to be bargained over. It remains obvious that reduced mobility in the network may result from numerous concrete situations. Defence-related projects automatically face endogenous sunk costs along with non-economic arguments. Sunk costs cover the investment in network interaction, in learning processes for interaction with other knowledge bases and R&D processes, and with the administration of the project (public orders), in the investment for reputation against the main important firms structuring the network (signalling function). This truly constitutes a sunk cost, because it does only cover an activity preliminary to any other interaction inside the network. Externalities management drives the project and it seems that the JSF system stabilises with the creation of high complementarities and a very low mobility. This is an obvious case of co-specialization (as described in Teece, 1986) which depends from the role of the prime contractor as explained in the previous section. In a program such as the JSF, the number of technologies required for the program remains very high while, at the same time, the number of key technologies is much smaller. This reduces automatically the bargaining power of co-contractors and subcontractors, because the firms providing with non specific goods and services are supposed to be easily replaced in the network. It then depends on the firm's strategy to decide whether to opt for committing to the network or not.

At the level of the states, the situation remains different. The governments of the partner countries are motivated at two different levels: one part of their interests relates to industrial policy concerns, workload and financial returns; the other one deals with indirect political consequences and with the possibility to obtain an aircraft they could neither develop nor afford on their own. All important arguments are then returning to technological transfers: a danger and a constraint when they are considered from the US side, an opportunity on the partners' side. Partners expect to benefit from access to military and technological program data; international firms tend to organize their close interaction in order to become long-lasting partners for the US aerospace companies. Industrial returns realized through JSF subcontract awards are critical because they make visible a national participation to the JSF program. They also preserve a contribution to the international aerospace industrial base and therefore secure jobs. In improving their relationship with the US Defence industry and in entering the JSF network, countries also gain a long-lasting access to the US Defence markets and to the US federal budget. Broadly stated, the national partners to the JSF program intend to justify their contribution on the basis of policies securing concrete workload for their industry, and of the preservation of the competences for workers and engineers. These arguments make it possible to justify both the investments in the R&D and production phases, and the forthcoming acquisition of the aircraft, because national factories contribute to it. The use of taxes money becomes then

easy to justify against the fellow citizens. This situation is not trivial. The Dutch government had to justify its choices and its commitment to the JSF program in the late 2005 and 2006 before elections at the Dutch Parliament. The participation to the JSF network has been now secured and the Netherlands signed for participating to the production phase, but the country was close to pull out from the program.

Network externalities are managed by the JSF program office. They come along with dependencies. This process occurs in the framework of the tier repartition among the partner countries as it is described in section 2: The prime contractor and the program office refer to the American regulation ruling over the international exports for armaments and related technologies (known as ITAR, International traffic in arms regulations). This regulation intends to preserve the security of supplies and operational sovereignty; it concretizes in tracking with the highest precision the exports dealing with sensitive materials and technologies, as long as they are used onboard American weapon systems. The interaction with the various JSF international partners has to follow the prescriptions ruling over technology transfers, which is painful and time-consuming (cf JDW Feb 21st, 2007): technologies and materials require the administration of specific decisions, following specific evaluation and authorization phases. Such a process remains exhausting for all partners in the JSF program; the application of this regulation introduces specific costs into the business model of foreign industrial partners. As GAO developed (GAO-06-364) in March 2006, agencies involved in the JSF program dedicate important staffs to the JSF licensing process, provide consultation to applicants on draft licenses, administrate a pre-screening process for the transfer of low technology and non-sensitive items, allow the implementation of these elements into the various contracts. This regulation builds up true barriers protecting the American firms. At the same time, it represents the main reason why international partners do not get access to specific (technological) information over the program, introducing an important asymmetry between the contributors.

Due to the importance of international cooperative effort associated the development of a major weapon system, the management of technology transfers plays a central role in the management of the JSF program. The preparation of the production phase has multiplied instances of this negotiation and several countries have expressed concerns about it. The situation is difficult because all countries are handled in the same way whatever their proximity to the kernel of the network. Here comes the case of the United Kingdom, because this country remains the only “tier 1” partner in the JSF program. The strict application of the American regulation on international technological transfers associated to armaments allows the importation of competences and technologies from the UK to the USA, but the reciprocity does not hold. UK co-contractors such as BAe Systems and subcontractors are contributing to software and architectures of the aircraft. They provide the USA with the strategically important technology of short take-off and vertical landing, but the regulation does not allow transferring all available information for the maintenance of the aircraft and its adaptation to the British specifications. Operating the aircraft independently will be impossible, a situation which clearly unacceptable to the UK. This paradoxical situation has been solved at the end of 2007 in changing the regulation associated to technological transfers and recognizing the UK as a privileged partner, in a

way already exemplified with Canada¹⁴⁶. No specific return of experience has come to check the concrete efficiency of this decision at the moment, yet the situation has improved.

Network externalities (positive and negative) have to be appraised carefully in the framework of international cooperation programs, and the JSF does not make exception. Appraising the dynamic of mutual dependencies and complementarities highlights the importance of the assets holders' bargaining power. Sunk costs explain endogenously why cooperation in armaments programs is associated to low mobility inside Defence R&D networks. The originality of the JSF program lies in the deliberate preservation of the operational and industrial superiority in discriminating the decision rights and in portioning information and knowledge assets at all phases of the program, whereas the previous occurrences of transatlantic cooperation did open the path to broader complementarities.

The influence of the JSF on co-specialisation dynamics in the aeronautic industry

As seen from the US prime contractor, the main important elements are associated to its market power and to its ability to manage the repartition of the other contractors' activities and contributions. As seen from the perspective of the US DoD, the focus always relates on costs reduction and program schedules. As seen from the perspective of the partner states, the information on prime contractor interactions with all industrial participants remains highly critical to balance program schedule goals with the local expectations of the states. As seen from the perspective of the industry in the various partner countries, local contributions to structuring technological programs automatically modify the knowledge and competence bases of Defence contractors, and therefore precondition the forthcoming contributions and strategies. It remains important to point out that the consequences of the interaction with US programs affect directly the domestic relation of the industry with local Defence procurement: the repartition of competences is clearly reshaped by the strategic orientations impulsed by the US prime contractor and by the JSF program office. The consequences of the interaction in the JSF program go clearly much further than the program itself, and structure for the future the organization of the industry in impacting directly the repartition of the partners' competences among the countries. As such they represent an industrial policy imposed by the JSF program office at the level of all countries where the industry participates to the JSF program: the various actors are positioned in the dynamics of international competition consequently to the mutual dependencies presented in the previous section. This section focuses on the dynamics of the aeronautic industry as an outcome of the structure of JSF-alike programs. It remains too soon to anticipate anything from the current evolution in Defence procurement, but the perspective that the non-US industry might transform into "niche producers working for US primes" is not low. In this perspective, the potential for developing weapon systems

¹⁴⁶ The situation of both countries remains quite different because of the geographical situation of Canada towards the USA. Concerns about the security of supplies have always led the USA to manage geographical discontinuities carefully. They bear in mind the difficulties associated to the preservation of the Atlantic commercial routes during World War II.

independently from the USA vanishes, which might specifically concern the countries seeking for distinctive¹⁴⁷ operational characteristics.

Appraising such a situation requires a detailed investigation, which will be only exemplified shortly with the JSF case: it is necessary to look at knowledge creation, and to appraise indirect consequences of the competence building process. Consequences of JSF-related innovation will occur inside the aerospace industry for both civilian and military programs; specific technology niches (for instance in the domain of software and data computing) will also be used outside aeronautics. The issue of technology transfers and competence building might prejudice international relations. Covering industry-to-industry transfers and government-to-government transfers clarifies the situation of each country. The point directly relates to the dynamics of co-specialisation. Complementarities and factor mobility are best viewed as distinctive components that codetermine bargaining positions and thus divisions of surplus among firms and agents. In focusing on knowledge flows, it is also possible to build mobility within the architecture of the aeronautical industrial base. Firms should then identify competence bundles associated to their key strengths, suited to become an architectural advantage. Dominance is achieved when the partners do not have any other choice but to behave in accordance with the prime contractor's strategy. In this framework, it remains important that taxpayers in the partner countries do not have the strange feeling of a unilateral relationship where they pay subsidies to the Pentagon and Lockheed Martin in order to strengthen their dominance. The asymmetry between architectural and component knowledge already favours the prime contractor's position and strategy. International cooperation is used to empower the partners, to transfer technologies and competencies to less-developed partners; these exchanges represent a strong incentive for all contributors to the network. In the JSF model, specific knowledge assets proven to represent the kernel of operational superiority are claimed from the early beginning of the cooperation to be retained in the prime's hands, which therefore reinforces the asymmetry between the actors. This comment came up in the discussion of the British *Defence industrial strategy* in February 2007.

Management of partner expectations is critical for program success. Yet the debate has been made complicated by the focus on cost management issues. The JSF program deals with disruptive technologies, at the edge of technology readiness predictability. In Lockheed Martin's and the Pentagon's words, the prime contractor's dominance might well represent the only possible option to manage the complexity of the JSF program and cope with the challenge of international cooperation. This situation might well depict a chicken-and-egg dilemma. The size of the JSF program is justified by the operational superiority associated to the aircraft. The according budget represents then an incentive for exports, which might well become an impossible issue if the sensitiveness of transfers is not managed from the early beginning. At the same time, the transfer is only worth the commitment to the international cooperation if the transfer deals with technologies suited to a relevant operational use and if the acquisition of the export aircraft provides the claimed superiority. This point is heavily debated. The benefit of a full-capable JSF

¹⁴⁷ Eurofighter Typhoon and Dassault's Rafale exemplify aircrafts intended to serve missions original from the JSF, which is intended to work in interaction with the F-22 Raptor in charge of air / air combat. The multi-role character retained for the Rafale and the Typhoon allows for operational polyvalence differing sharply from the American option.

version will be reserved to the USA and to the UK only, while the other countries (such as Italy or the Netherlands) will be only offered the non-stealthy export version. The management of knowledge transfers represents therefore a decisive aspect of the international cooperation. It is then required that JSF program decisions anticipate transfer of sensitive data and technology to partner suppliers, anticipate unfavourable export decisions over the execution of the program and over the evaluation of returns for international partners, and prepare for alternatives mitigating risks for the program. In the case where transfers introduce unacceptable (or unmanageable) risks into the program, the preference will be given to US based suppliers at the expense of international cooperation.

A senior Pentagon acquisition official¹⁴⁸ expressed, opening the JSF program to international cooperation obeys political, operational, economic, technological, industrial and commercial purposes, which interact all together in a systemic way. His views might easily be confronted to the strategic drivers of the actors participating to the cooperation. Fact is that all these perspectives might be easily conciliated between the USA and countries where the Defence budget and format remain too small to think about operations and missions out of the realm of international cooperation. Investing in the program from its early beginning therefore represents a relevant solution so secure cooperation in the long run, and broaden its scope from political and operational aspects to industrial and technological activities. The strategies exposed here make the short and long run interests of the US administration and the US industry together consistent. Canada exemplifies this situation, which has been made easier with the absence of technology transfers limitations between the countries. The situation with the Netherlands, Denmark or Norway will lead to the replacement of the aging F-16 with JSFs. The Netherlands and Italy have become “associate partners”; Denmark and Norway “limited partners”. Decision-making in Italy depicts other instances of this case, because they retained specific cooperation niches and deliberately position themselves in a cooperative strategy ending in the procurement of American weapon systems. At the same time, Italy decided to commit to the JSF program after procuring the Eurofighter Typhoon, which might end in a puzzling situation for its budget.

Decisions in favour of cooperation remain a more touchy issue when dealing with countries which do master the technological and economic constraints associated to the development of a combat aircraft program relevant for operational use, yet lost the budget, the industrial base and the political justification for the implementation of this program on an autonomous base. The change in their strategic situation affects directly the economy of the project, and the arbitrage between the priorities for public expenses. The British and the Australian situations deserve a specific examination.

- The British have long been committed to US cooperation, which may be exemplified in the strategic and nuclear domain. The British industry has developed a specific cooperative strategy towards the US Defence industrial base and the main companies of the British Defence industrial base all became suppliers of the Pentagon in the 1990s. The interaction has become so close that the US administration has enlarged to the United Kingdom the exception to

¹⁴⁸ Al Volkman was director, international cooperation at the office of the Undersecretary of Defense (ATL). Presentation made on and quoted in Masson 2003, p. 33.

technology transfers and exports regulations already managed by the USA for Canada, almost considering the UK as an extension of the USA in this matter. Along these lines and after important debates and controversies between 2003 and 2007, the interaction in the JSF program may lead to a durable win-win outcome. It leaves at least wide open the potential for the implementation of Lockheed Martin's cooperation with BAe Systems, contracting for their association on complementary knowledge assets. Accessing complementary assets inevitably changes the scope of the firm and impacts both its dynamic capabilities and propensity to innovate in the future (Jacobides *et alii* 2006, p. 1215).

- The Australian situation¹⁴⁹ depicts a longstanding cooperation with the US industry and with the European industry as well. Australia currently faces the need for making “once-in-a-generation” decisions about air combat capabilities and opted for purchasing F-35 and for an immediate procurement of Boeing F/A 18F Super Hornets. The Australian Defence industrial base and the Australian government are committed to affordability and costs efficiency objectives, at the level of the nature of the expected Australian influence over the Asian region. Australia has become an “informed partner” in the JSF production phase and will directly benefit from the processes leading to a perfect interoperability.

The European Defence industrial base remains characterized by the hectic evolution of European initiatives in the field of Defence and armaments. Some countries have committed to European based programs whereas others have joined international programs competing with the European projects. Elaborating on available competences in order to conceptualize and produce a jet combat aircraft of the 5th (or higher) generation in Europe does not seem impossible as such, even though current R&D investments do not prepare clearly for that kind of program on the short run. *Eurofighter* and *Rafale* have the potential for long service lives and their replacement is not scheduled until the late 2040s. Creating the opportunity of Europe based programs at that time remains then a mere operational and political question.

Conclusion: Implications of the JSF program

The dichotomy introduced by Jacobides *et alii* (2006) between the mobility of knowledge assets and their complementarities allows for an endogenous explanation of the JSF program originality. The interaction between the actors, the dynamics of intentions, the construction of strategies on the short and long runs, the building of (integrated) project teams remain associated to knowledge fluxes and competence building during the life of the program. Production and management of knowledge in Defence-related areas relate now to a more complex social distribution than the industry did for the organization of the programs at the time of military industrial complexes. The appreciation of complexity as exemplified by the JSF programs comes not only from the international cooperation framework where the program evolves and concretizes, but also from the large knowledge base associated to the technological competences required for such a systemic program.

¹⁴⁹ Cf www.defenseindustrydaily.com for a detailed story.

This is the reason why the JSF program is worth a detailed investigation. Section 3 has exposed the mechanisms associated to the emergence and consolidation of industry architectures. Section 4 focused on the concomitant emergence of mutual dependencies and network externalities. The fifth section developed the co-specialisation process structuring the whole aeronautic industry.

Our conclusion is twofold:

- The JSF introduces a rupture with the former management of international program cooperation. The installation of the program office has been also associated to a transfer of responsibilities from the DoD to the prime contractor Lockheed Martin who exercises a direct responsibility over the management and the decision for international subcontractors. The JSF program is structured from the early beginning as a model of acquisition reform focusing on affordability, devoting efforts and attention to cost efficiency. It is important to point the role of the program office managing the program along “best value criteria”.
- Decisions made by Lockheed Martin around the JSF program will have a series of impacts over the structure of the aeronautic industrial base as the industry working in this specialty domain will have to adapt to the tremendous budgets injected through the JSF program. The repartition of knowledge assets among firms, the originality and the autonomy of the various knowledge bases, the complementarities between the actors of the Defence industrial base, will be heavily impacted by the JSF program. On the short run, firms contribute to the JSF program and benefit from it. On longer terms, their competences will be dynamically situated according to the complementarities array emerged from the JSF program.

This contribution has explained how the various aspects of the relationship between technological systems and knowledge exchanges occur and shape the aeronautical industrial base for the future. It remains quite obvious that the JSF represents as such an instance of “architecture” (cf Jacobides *et alii* 2006) or of ‘technological system’ (cf Lundvall 1988, or Carlsson and Stankiewicz 1991). It seems too soon to appraise such a situation in the various countries where the industry contributes to the JSF program. The most important issue to be investigated relates to the eventual irreversibility associated to the technological transfers prevalent in the JSF model. It also comes back to the eventuality of developing exchanges out of the complementarities of the competence puzzle built in Lockheed Martin’s JSF network. Is it possible to opt for mobility and bargain on assets gained in the framework of the JSF program in order to contribute to another program? Section 4 explained that the JSF program created high complementarities with low mobility. Firms may be freed by the JSF network because of the obsolescence of their knowledge assets, or because their knowledge base relates to technologies which do not represent key technologies anymore. In this case, firms may hope for the apparition of disruptive technologies and for the emergence of a new paradigm in order to gain market power again. As long as the prime contractor preserves its competitiveness and the relevance of its own knowledge base, it will also secure its power over the market. The importance of the prime contractor increases with the speed of knowledge creation processes, with the degree of localization of knowledge bases to be

mediated and arbitrated in the complex program, and with the global degree of complexity. Time has to pass by before anyone can relevantly comment positively or negatively on such an evolution.

References

Air et Cosmos, n°2065

Antonelli, Cristiano (2003), *The economics of innovation, new technologies and structural change*, London : Routledge.

Boisot, Max, and Dorothy Griffiths (2003), "To own or to possess? Competence and the challenge of appropriability", Ron Sanchez (ed); *Knowledge management and organizational competence*, London: Routledge, pp 210-227.

Boland, Lawrence (2003), *The foundations of economic method, A Popperian approach*, 2nd edition, London: Routledge

Carlsson, Bo, & Stankiewicz, R., 1991, "On the nature, function and composition of technological systems", *Journal of evolutionary economics*, **1**, 93-118.

Cohendet, Patrick, A. Kirman, and J.-B. Zimmermann (2003), « Emergence, formation et dynamique des réseaux. Modèles de la morphogénèse », *Revue d'économie industrielle*, **103**, 15-42

Hobday, Michael (1998), "Product complexity, innovation and industrial organisation", *Research policy*, **26**, 689-710.

Hughes, Thomas P. (1983), *Networks of power: Electrification in Western society 1880-1930*, Baltimore MD: the John Hopkins university press - quoted from Jacobsson & Bergek (2004).

Jacobides, Michael G., T. Krudsen T. and Augier M. (2006), "Benefiting from innovation: value creation, value appropriation and the role of industry appropriation", *Research policy*, **35**, p 1200-1221.

Jacobsson, Staffan and A. Bergek (2004), "Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology", *Industrial and corporate change*, **13** (5), 815-849.

Jane's Defence Weekly, February 7th, 2007; February 21st, 2007; March 28th, 2007

Jane's International Defence Review, November 2006; March 2007

Kemp, Rene, J. Schot and R. Hoogma (1998), "Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management", *Technology analysis and strategic management*, **10**, 175-195.

- Lundvall, Bengt-Ake, B. Johnson, E. S. Andersen and B. Dalum (2002), “National systems of production, innovation and competence building”, *Research policy*, **31** (2), 213-231.
- Lundvall, Bengt-Ake (ed) (1992), *National systems of innovation*, London: Pinter.
- Lundvall, Bengt-Ake (1988), “Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation”, in Dosi, Giovanni, *et alii* (1988)., *Technical change and economic theory*, London: Pinter.
- Mérindol, Valérie (2005), « La Défense dans les réseaux d’innovation : une analyse en termes de compétences », *Revue d’économie industrielle*, **112** (December), 45-64.
- Principe, Andrea (2000) “Breath and dept of technological capabilities in COPS: the case of aircraft engine control system”, *Research Policy*, **29**, 895-911.
- Rooney, David, G. Hearn, T. Mandeville and R. Joseph (2003), *Public policy knowledge-based economies: Foundations and frameworks*, Cheltenham UK and Northampton USA: Edward Elgar.
- Stowsky, Jay (2004); “Secrets to shield or share? New dilemmas for military R&D policy in the digital age”, *Research policy*, **33**, 257-269.
- US Department of Defense, 2003, *JSF international industrial participation: a study of country approaches and financial impacts on foreign suppliers*, June, available on <http://www.acq.osd.mil>.
- US General accountability office (GAO), (2003a), *Joint strike fighter acquisition: Managing competing pressures is critical to achieving program goals*, statement of Katherine V Schinasi, Director, Acquisition and sourcing management, (July), reference GAO-03-1012T, available on <http://www.gao.gov>.
- US General accountability office (GAO), (2003b), *Joint strike fighter acquisition: Cooperative program need greater oversight to ensure goals are met*, (July) reference GAO-03-775, available on <http://www.gao.gov>.
- US General accountability office (GAO), (2004), *Joint strike fighter acquisition: observations of the supplier base*, (May), reference GAO-04-554, available on <http://www.gao.gov>.
- US General accountability office (GAO), (2006a), *Joint strike fighter: DoD plans to enter production before testing demonstrates acceptable performance*, (March), reference GAO-06-356, available on <http://www.gao.gov>.
- US General accountability office (GAO), (2006b), *Joint strike fighter: Management of the technology transfer process*, (March), reference GAO-06-364, available on <http://www.gao.gov>.
- US General accountability office (GAO), (2006c), *Tactical aircraft: Recapitalization goals are not supported by knowledge-based F-22A and JSF business cases*, reference GAO-06-523, available on <http://www.gao.gov>.

- US General accountability office (GAO), (2007), *Joint strike fighter: Progress made and challenges remain*, (March), reference GAO-07-360, available on <http://www.gao.gov>.
- Versailles, David W. (2005), « La nouvelle gouvernance des programmes de Défense : les relations entre l'Etat et l'industrie », *Revue d'économie industrielle* (guest editor), **112** (December), 83-105.
- Versailles, David W. (2003), « Une cheval de Troie : le programme JSF », chapter 2b in Versailles *et alii*, 2003.
- Versailles, D W, V. Mérindol V. and P. Cardot (2003), *La recherche et la technologie, enjeux de puissance*, Paris : Economica
- Walker W., M. Graham and B. Harbor (1988), « From components to integrated systems: technological diversity and interactions between the military and civilian sector », in Gummett, Patrick and J. Reppy, *The Relations between Defence and civil technologies*, London: Kluwer Academic Publishers, p. 17-37.

5. Curriculum vitae

David W. VERSAILLES

Born January 31st, 1967, in Marseilles (F)

French citizenship

Married to Valérie Mérindol



Office address:

**Centre de recherche de
l'Armée de l'air, CReA**
Base aérienne 701
F – 13661 SALON AIR

Home address:

« Le Foch » - 282 Bd Foch
F – 13300 SALON DE PROVENCE

tel : +33 (0) 490 44 12 55
gsm : +33 (0) 609 52 54 56
eMail : david@dwv.name
URL : <http://www.versailles.cc>

tel : +33 (0) 490 17 83 30
fax : +33 (0) 490 17 81 89
eMail : dversailles@cr-ea.net
URL : <http://www.defense.gouv.fr/air>

EMPLOYMENT

- ☞ **Director, Research Center of the French Air Force (CReA)**
Base aérienne 701, Salon de Provence*June 1st, 2002 – Sept.30th, 2008*
- ☞ **Faculty in Economics**
lecturing at the Ecoles d'officiers de l'Armée de l'air (Salon), and
at the Universities of Grenoble II, of Clermont Ferrand, of Belfort, of Aix Marseille III
- ☞ Associate researcher to PHARE (CNRS EA 3934), Univ. Paris I Panthéon Sorbonne
- ☞ Associate researcher to EconomiX (CNRS UMR 7166 / REMI), Univ. Paris X Nanterre
- ☞ **Economist, representative to the Director for Financial affairs
at the French Ministry of Defense***between October 2001 and May 2002*
- ☞ **Chief scientist (economics) for the Direction of Economics Affairs
at the French Ministry of Defense***between October 2000 and October 2001*
Observatoire Economique de la Défense (Statistic office of the French MoD)

RESEARCH INTERESTS

- ☞ Innovation economics, management of technology
- ☞ Business intelligence
- ☞ Cognition and knowledge theory

Managerial and Organizational competencies

as the Director **of the Research Center of the French Air Force**

The **Research Center of the French Air Force [Centre de recherche de l'Armée de l'air, CReA]** was created in September 2002, and transformed into an autonomous administrative unit of the French Air Force in 2006. It currently hosts 35 permanent faculties at the level of assistant professors, and PhD students. More than 15 PhD and Master (Master 2 or engineers) students are hosted each year and granted with research fellowships, some of them being granted with research internships (and Defense-paid contracts). The CReA is structured plurisciplinary on the basis of 5 research laboratories: knowledge management, military history and sociology, human factor and cognitive psychology, fluids dynamics and structures, signal treatment. Other specialties (such as applied mathematics) are managed autonomously.

The Research center of the French Air Force is committed to three missions:

- Applied projects and foresight activities for various offices of the French Air force staff and of the French ministry of Defense;
- Academic research aimed at participating to academic networks, in accordance with the orientations of the European research area;
- Academic teaching and research supervision for cadets and Air force officers (initial, adult and vocational training) at the Master level (Master 2 and engineer diplomas).

For research missions, the director of the Research center of the French Air Force reports to the general, vice chief of the Air force staff in charge of Programs, R&D and planification. As the general secretary of the scientific advising board, he directly comes under the authority of the Vice Chief of the Air staff, who acts as the president of the scientific board and therefore decides for research orientations. For all teaching missions and the cadets' research supervision, the director of CReA reports to the general commanding the Air Force academy who is in charge of cadets' and Air Force officers' academic education.

The CReA depends organically from the general, commanding the Air Force academy.

Missions, activities, competencies:

As the director of the Research Center of the French Air Force (CReA), recruited to create this new structure and develop the first step of its implementation. This action was concluded by the publication of Activities reports covering the period 2002-2006 and the year 2007. The evaluation represented the main action scheduled for the second plenary session of the Scientific advisory board (held November 2006) while the session held in 2007 remained informative. Activities reports and the the evaluation synthesis are available on request.

Personal missions read as follows:

- Install, organize, animate and administrate the pluridisciplinary structured CReA;

- Prepare, organize and animate the various structures required for CReA's governance;
- Prepare, negotiate, coordinate and animate CReA's scientific advisory board;
- Prepare, animate and coordinate the actions for research evaluation by the members of the scientific advisory board and institutional Defense representatives;
- Organize and coordinate recruitment actions for all members of the CReA;
- Install and animate the dynamics for institutional and foresight research projects;
- Negotiate and animate research partnerships (institutions, academics, companies);
- Administrate personels, budget, materials, information systems, and clearances;
- Manage CReA's scientific and institutional communication;
- Participate to the administration of the French Air Force academy, and contribute to all governance and academic councils of the Ecole de l'air;
- Organize, implement and administrate cadets' research programs in economic, political and social sciences for the French Air Force academy;
- Install and animate the dynamics for academic research programs;
- Prepare, negotiate and implement the academic programs for the Air Force academy, in accordance with the prescriptions of the European Research Area and of the commission in charge of the habilitation for the Engineers diplomas.

As the Head for economic research
at the Directorate for Economic affairs,
French Ministry of Defense (2000-2002).

These activities were developed under two different missions, the first one as the head for economic research and deputy general secretary at the Observatoire économique de la Défense, and the second one as Expert economist and official representative to Dr Jacques de Lajugie, director for Economic affairs at the French Ministry of Defense.

The first mission was directly associated to the reorganization and fusion of two offices preexisting in the Directorate for financial affairs, the Observatoire économique de la Défense (directly preparing the action of and developing the research program in economics for the Conseil économique de la Défense reporting to the Minister of Defense) and the structure in charge of collation and elaboration of official statistics for the French MoD. Composed of 15 people, the new structure took over the name of the Observatoire économique de la Défense and retained the missions and duties of the official statistical office for the MoD. Once the Observatoire économique de la Défense reorganized, the second mission allowed the development and supervision of specific research projects on confidential issues.

Missions, activities, competencies:

In the realm of statistics development and elaboration for the French MoD

- Develop and valorize the data bases on the firms related to the Defense industrial base, in collaboration with various institutional and industrial partners;
- Develop the insertion in the network of statistical institutional offices;
- Supervize the various research projects mobilizing Defense statistical data bases;
- Develop and manage the publication of the yearly Defense statistical *compendium*;

Dealing with the development of the economic research program

- Preserve and develop the relations with academic research networks, and more especially with the teams specialized in innovation economics, industrial economics and economic analysis of law and regulations;
- Manage the research program and the research projects commissioned to academic teams (research requirements partly edicted by the Conseil économique de la Défense);
- Develop and administrate the research projects evaluating Defense related economic policies, on behalf of the Conseil économique de la Défense;
- Develop and stabilize research cooperation with the other structures in charge of research inside the French Ministry of Defense (bilateral initiatives);
- Maintain and develop research cooperations with inter-governmental structures in charge of economic research and relations with academic networks in economics;
- Manage the research projects portfolio, with 8-10 new projects commissioned each year to academic teams (about 25 projects at the same time, 100-150 k€ each);
- As the representative to the Director for financial affairs, participate to all structures coordinating and evaluating research projects commissioned to external teams;
- Implement and develop a research program in economics on foresight issues and on budgetarian aspects, as required by the missions of the Direction for economic affairs of the French Ministry of Defense;
- Administrate and develop the activities in favor of economic and budgetarian information for the French Ministry of Defense (economic research brief ‘Ecodef’, reports series associated to the commissioned research projects, etc.) in relation with the structures of the French Ministry of Defense competent for external communication and the French governmental publisher *Documentation française*.

Education

2008..... **Habilitation à diriger des recherche [*Habilitationsschrift*], Economics**

University of Nice Sophia Antipolis

Supervisor Prof. Richard Arena (Univ. of Nice Sophia Antipolis)

Committee to be defined

Validation of the Habilitation project by the Scientific board of the

University of Nice Sophia Antipolis in its session March 2008;

to be defended October 1st 2008.

1998..... **Doctorate, Economics**

University Paul Cézanne – Aix Marseille III

with the highest level of distinction for a Doctorate

[Très Honorable, avec les Félicitations du Jury à l'unanimité et proposition pour l'attribution d'une subvention pour publication]

Supervisor Prof. Gérard Bramoullé (University Paul Cezanne, Aix III),

Defense [in French] held in Aix-en-Provence, February 9th, 1998

Dissertation [in French]: « *Subjectivism and economics: the contribution of Popperian epistemology to the demarcation between economics and*

psychology »

Committee: Prof. Richard Arena (LATAPSES, Nice) ; Prof. Gérard Bramoullé (CAE, Aix III) ; Pr Dr Jacques Gareilo (CAE, Aix III) ; Prof. André Lapidus (CHPE, Paris I Panthéon-Sorbonne) ; Prof. Gerard Radnitzky (FB I., Universität Trier, rapporteur) ; Prof. Christian Schmidt (LESOD, Paris IX Dauphine, rapporteur)

- 1993 **Master [Diplôme d'Etudes Approfondies, now Master 2 Recherche] in economics, major Economic analysis of institutions**
University Paul Cezanne – Aix Marseille III, with first class honors, awarded the price for the best dissertation in economics for the doctorandus program.

Dissertation [in French]: "*Evolution and spontaneous order, On the epistemological foundations of Austrian (evolutionist and institutional) economics*", supervisor Prof. Gérard Bramoullé.
- 1992 **M.S. Economics**, major *Economic theory*, with honors [mention Assez Bien], University Paul Cezanne – Aix Marseille III.
- 1991 **Licence, Economics**, major *Business administration*, Univ. Aix III.
- 1984 **Baccalaureat**, major biology / mathematics (D), with honors [Assez Bien]

Fellowships and prices

- 1993-2000 Various grants and fellowships awarded by the Institute for Humane Studies, at George Mason Univ. (USA), to attend conferences and seminars in the USA and in Europe.
- 1993 Price reserved for the best dissertation in economics awarded by the University Aix Marseille III, at the level of Master degrees (Diplôme d'études approfondies) and the doctorandus program.

Languages

English, fluent

In charge of simultaneous translation **French/English and English/French**
for various conferences in economics, 1994-2000.

German, fluent

student at the Goethe Institut between 1976 and 1998,
Mittelstufe Prüfung, with honors ["GUT"] (1983),
Zertifikat Deutsch als Fremdsprache, with honors ["GUT"] (1981) ;

Italian, fluently read and spoken

Software

O.S.: MS Windows (any version, starting with Windows v2.xx) ;

Other softwares: MS Office (Word, Excel and Powerpoint);
Open Office; Data bases systems: MS Access, Paradox, etc.
usual internet softwares (browser, email, ftp) and html programming ;

Network administration with Windows NT Server, XP pro, XP server ;
in charge of the network elaboration and administration supervision for
the Research center of the French Air Force ;

**Information systems security and
enforcement of statistic and research secrecy regulations:**
Officer in charge of the enforcement of statistic protection for individuals
and of research secret preservation regulations for the French ministry of
Defense between 2000 and 2002 (*e.g.* loi « informatique et libertés »);
Officer in charge of systems security and secret preservation for the
Research center of the French Air Force, since 2002.

Research positions and commitments

Current commitments:

- ☞ **Research center of the French Air Force,**
Director and faculty member since the creation of CReA on June 1st, 2002.
- ☞ **Centre d'histoire de la pensée économique,**
then **PHARE, Pôle d'histoire et d'analyse des représentations économiques**
University Paris I Panthéon Sorbonne, (CNRS-EA #3934)
Research fellow between September 1st, 1998 and September 30th, 2000
Associate researcher since October 1st, 2000.
- ☞ **Economix, (CNRS-UMR #7166) axe REMI (Réseaux, entreprise, marché,
institutions), University Paris X Nanterre,**
Associate researcher since its creation in June 2005.

Previous commitments:

- ☞ **Laboratorio di scienze cognitive, Rovereto (TN)**
[Research center on cognitive sciences]
Università degli studi di Trento, Italie
Research team dedicated to « Didattica a basa di problemi :
Applicazione, ricerca empirica e fondamenti teorici »
between September 1998 and December 2000
including several research and travel grants during that period.

- ☞ **Laboratoire d'économie et de sociologie des organisations de Défense**
[Research center in Defense-related economics and sociology]
University Paris IX Dauphine, between September 1998 and December 2000.
- ☞ **Centre d'analyse économique,**
University Paul Cézanne – Aix Marseille 3, September 1993 and August 1998.
- ☞ **Institute for humane studies at George Mason university (VA, USA)**
several travel and research grants between September 1993 and September 2000.
- ☞ **Fachbereich I, Philosophie [Wissenschaftstheorie], Universität Trier (D),**
research team directed by Pr Dr Gerard Radnitzky[‡] (emeritus 1989)
several travel and research grants between September 1993 and October 2000.

Current Employment

Director of the Research center of the French Air Force,
Faculty in economics (industrial economics, and organization theory),
commissioned under contract as a lieutenant-colonel (French Air Force)
in accordance with the dispositions of the general status applicable to military personnels
(article 98-1 / law 1972-662; article 29 / law 2005-270)
June 1st, 2002-September 30th, 2008

Official documents and references:

- **Loi n°1972-662 du 13/07/1972 modifiée**, article 98-1 ;
- **Loi n°2005-270 du 24 mars 2005**, portant statut général des militaires, article 29 ;
- **Décret n°78-817 du 28/07/1972** relatif aux officiers recrutés au titre de l'article 98-1 ;
- **Arrêté du 16/04/1980 modifié** ;
- **Avis de recrutement d'un enseignant-chercheur** en économie, JORF du 10/05/01.
- **Arrêté du 23 avril 2002**, portant nomination ;
- **Arrêté du 27 mai 2002**, publié au JORF du 18 septembre 2002 (p 15377) ;
- **Arrêté du 5 avril 2006**, portant renouvellement du contrat ;
- **Arrêté du 30 mars 2007**, portant renouvellement du contrat.

Employment history

Official representative to the director for financial affairs,
French Ministry of Defense, in charge of economic research
(contract civil servant, catégorie A1, 84-16)
between October 2001 and May 2002

Chief scientist for Economic research,
and and deputy general secretary at
the Observatoire économique de la Défense
French Ministry of Defense,
Directorate for financial affairs (SGA/DAF/SDRI/OED),
(contract civil servant categorie A1, loi 84-16)
between October 2000 and October 2001

Research and teaching fellow**[Attaché temporaire d'enseignement et de recherche]**

University Paul Cezanne (Aix Marseille III)

- 1st contract between December 1996 and August 1997
(full time research contract with half time teaching service)
- 2nd contrat between September 1997 and August 1998
(full-time services).

Research fellow, and teaching assistant**[Allocataire de Recherche et Moniteur du CIES]**

University Paul Cezanne (Aix Marseille III)

- contract between December 1993 and November 1996
(full time research and teaching service)
- Teaching assistant with Pedagogic formation by the 'Centre d'initiation à l'enseignement supérieur', CIES, Rectorat d'Aix Marseille

Contributions to teaching; lectures**At the Undergraduate level (L1-L2-L3) (1993-2000)**

- Microeconomics (basic and intermediate); Macroeconomics (basic and intermediate)
- Moneteray economics (basic and intermediate)
- Monetary economics for students in mathematics applied to economics (MASS)
- Economics for "Grandes écoles" competitive exams
Ecole nationale d'administration and other affiliated exams,
Ecole spéciale militaire de Saint Cyr
- Economic history ; History of economic thought

**At the Post-Graduate level, Master level (M2R, M2P)
taught in French and/or in English, 1995 onwards**

- Economic history
- History of economic thought (1970-1940 ; Austrian school of economics)
- Philosophy of economics
- Philosophy of science for economists
- Organization theory and organization management
- Industrial economics
- Innovation management, R&D management
in the context of knowledge-based economy and of knowledge-intensive activities
- Business ethics and corporate social responsibility

**At the Master level, Engineer in aeronautics
French Air Force Academy, 1998-2008**

- Oral and written scientific communication
Research methodology

- Introductory public economics, public finance
Introductory theory of economic policy
- Industrial economics
- Innovation management, R&D management
in the context of knowledge-based economy and of knowledge-intensive activities
- Organization theory; Organization management
- Military leadership, management and ethics
Corporate social responsibility
- Knowledge management and strategic intelligence

Programs development

- **Ethics and leadership:** in charge of elaborating and heading all programs (both theoretical and practical levels) for the French Air Force academy (1998-2006).
- **Industrial economics, public economics:** in charge of elaborating and heading all programs in economics for the French Air Force academy (1998-today).
- **Organization theory, knowledge management:** in charge of elaborating and heading all programs in management for the French Air Force academy (1998-today).
- **Corporate social responsibility and organization strategy:** in charge of the introduction and elaboration of a specific program for the Master in personnel management and conflict prevention for the University of Belfort (2000-today).
- **Business intelligence, strategic intelligence:** in charge of the development of a programme dedicated to intelligence officers in the French Air Force (2004-today) and of a Master degree course at the University of Clermont Ferrand (2006-today), including research supervision of the cadets and students.
- **Methodology of the social sciences:** in charge of elaborating a program for Master degree and PhD students in economics and in management (Institute for public management at the Univ. Aix III) (2007-today; lectures from 2008 onwards).

Administration and supervision of Air Force cadets' research

- In charge of the introduction of cadets' research activities in the social sciences, in economics, and in geopolitics, and of the general administration of this activity for the Air force academy, about 70 to 80 cadets' groups per academic year, including the production of research topics, the coordination with partner universities, the administration of research during the academic year, the organization of the defense of the projects in interaction with partner universities, and the chair of the various committees.
- Acting as a research supervisor for 4 to 6 projects per year.

Supervision

- ☞ Supervisor for Master (M2) dissertations at the French Air Force Academy
 - In the programs « Intelligence » et « Gendarmerie », in integrating the cadets' activities into larger projects in economic intelligence managed by the Research center of the French Air Force and commissioned by French MoD (2 to 3 cadets per year);
 - In the specialized curses « Humane resource management », including research projects commissioned by the French Air Force's Humane resources directorate [e.g. *Le tableau de bord RH de la base aérienne, outil de gestion stratégique*] (1 cadet per year).
- ☞ Supervisor for Master (M2) dissertations
 - For foreign military academies (*in English*), supervision of cadets' research activities at the Master level (M2), on topics in industrial economics, in knowledge economics, in innovation and technology management associated to the organization of Defense programs
 - Belgium: Royal military academy (5 cadets between 2002 and 2008)
French and Dutch speaking cadets, research supervision in English;
 - USA: US Air Force Academy (7 cadets between 2002 and 2008).
- ☞ In partnership between CReA and French universities
 - Master 2 Pro Intelligence économique, Développement local et Expertise économique at the French University of Clermont Ferrand, *from 2004 onwards, Master postponed in 2007-08*, 1 to 3 students per year, activities financed by 3-months research internships granted by the French MoD's, on topics related to innovation management, knowledge management, knowledge-intensive activities, and on the aerospace industry.
 - Master 2 Recherche de Veille technologique et d'intelligence compétitive at the University Paul Cezanne – Aix Marseille III (information sciences; master cancelled in 2006) on topics related to technological strategic sourcing and economic intelligence (1 officer per year between 2002 and 2006).
- ☞ Associate supervisor for PhD dissertations
 - in economics or in management (*both in French and in English*), for students benefitting from MoD's research grants and internships, students housed at the Research center of the French Air Force on projects in knowledge management in the aerospace industry (several students between 2002 and 2006).
 - in economics (*both in French and in English*), for students benefitting from (long run, 3 to 5 years) research grants and housed as junior research fellows under various (military and civilian) status at CReA.

Doctorate Defense committees

2001, University of Toulouse..... Séverine Dautremont (Dir. Marc Ivaldi)
 2007, Free university of Brussels..... Marc Rabaye (Pres. Marc Despontin)
 2008, University Paul Cezanne (Aix 3) Lugdivine Bout-Valot (Dir. Robert Fouché)
 2008 (*Dec.*), Univ. Nice Sophia Antipolis Thomas Le Texier (Dir. Dominique Torre)

Research, dissertations and reports

*Dissertations and documents
associated to academic education*

- (2008).....***Apprentissage, organisation et individualisme
Perspectives issues de la théorie de la connaissance.***
*[Learning, organization and individualism,
Perspectives from knowledge management]*
Dissertation for the supervision habilitation,
[Habilitation à diriger des recherches, HDR],
validated by the scientific committee of the University of Nice,
defense scheduled on October 1st, 2008.
- 1998***Subjectivisme et science économique
L'apport de l'épistémologie popperienne à la
démarcation entre économie et psychologie.***
*[Subjectivisms and economics:
the contribution of Popperian epistemology to
the demarcation between economics and psychology]*
Dissertation for the Doctorate in economics
[doctorat es science économique]
delivered by the University Paul Cezanne – Aix Marseille III
defended on February 9th, 1998 in Aix-en-Provence,
Pr Dr Gérard Bramoullé supervisor.
- 1993***Evolution and spontaneous order. Recherches sur les fondements
épistémologiques d'une approche évolutionniste des institutions.***
*[Evolution and spontaneous order
An inquiry into the epistemological foundations of Austrian
(evolutionist and institutional) economics].*
Dissertation for the master degree (M2 Research) in economics,
University Paul Cezanne – Aix Marseille III
Pr Dr Gérard Bramoullé, supervisor.

Research contracts and the associated reports

- 2007 + Principal investigator and Research supervisor for the project
« ***Compétences et réservoir de forces de l'Armée de l'air pour les
opérations extérieures*** » [**Competences and indirect humane
competences associated to the contribution of the Air Force to
operations**], team gathering the assistant professors present in CReA's
laboratory 'Military history and sociology', projects commissioned by
the French Air Force staff (office in charge of Plans and Foresight).

- 2007+Principal investigator, Research supervisor for and contributor to the project « *Prospective sur les compétences de l'Armée de l'air à horizon 2015: ruptures technologiques et organisationnelles* » [**Foresight on Air Force humane competencies 2015: technological and organization ruptures**], team gathering the assistant professors present in CReA's laboratory 'Knowledge management', projects commissioned by the French Air Force staff (office in charge of Plans and Foresight).
- 2006+Principal investigator and Research supervisor for, contributor to the project « *NCW et réorganisation des relations Etat-science-industrie, analyse des cas américains et britanniques des aspects d'organisation industrielle introduits par le Network centric warfare* » [**NCW and the reorganization of the relationships between the State, academic research and the industry ; An analysis of the American and British responses to the introduction of Network Centric Warfare**], team gathering CReA's assistant professors specialized on organizational issues and in knowledge management; project commissioned by the Directorate for strategic affairs (office in charge of Defense technologies and prolifération), French Ministry of Defense.
- 2005.....Principal investigator and Research supervisor for, contributor to the project « *Gestion des connaissances et organisations de Défense ; analyse des cas américains et britanniques des changements organisationnels introduits par le Network centric warfare* » [**Knowledge management and Defense organizations ; An analysis of the American and British responses to Network Centric Warfare**] team gathering CReA's assistant professors specialized on organizational issues and in knowledge management; project commissioned by the Directorate for strategic affairs (office in charge of Defense technologies and prolifération), French Ministry of Defense.
- 2000-2002Numerous research missions developed and supervised for the French Ministry of Defense – including on space-related programs.
These reports remain unpublished and reserved for internal use only.
- 1999-2007Research supervision and management advisor for research commissioned to academic and institutional research centers on politico-military, economic and social issues [études prospectives à caractère politico-militaire, économique et social], as the representative of the Directorate for financial affairs (and the Observatoire économique de la Défense), and then of the French Air Force.
- 2000.....Principal investigator, manager of and contributor to the project « *Marché du travail et recrutement des forces armées* » [**Labor supply, workforce and recruitment for the armed forces**] Research contract (12 months) commissioned by the **Centre d'Etudes en**

Sciences Sociales de la Défense (C2SD), French ministry of Defense;
reference #30/DEF/SGA/C2SD du 13/01/2000 and
contract #267/DEF/SGA/C2SD du 03/04/2000

Publications

Books

- (2009)..... ***Open source software and security***
co-edited with Thomas Le Texier
in the series of publication associated to the FLOSS network
with contributions (list to be completed) by Kirsten Haaland, Rishab A.
Ghosh, David A. Wheeler, Bohdan O. Sklepko, Nicolas Julien,
Dominique Torre, Eric Darmon, and industry representatives (EADS,
TSCP, Certipath, etc).
contract currently under negotiation with various publishers,
project following the workshop FLOSS 1.5 organized in Salon de
Provence in April 2008 and valorizing the contributions to the workshop.
- (2009)..... **« Révolution » du Network centric warfare:**
Gestion des connaissances et transformation des armées
co-authored with Valérie Mérindol
Paris: Economica, forthcoming in the Strategy series
contract to be finalized, manuscript delivery postponed to Spring 2009.
- 2003 ***La recherche et la technologie, enjeux de puissance,***
co-authors Valérie Mérindol et Patrice Cardot
Paris : Economica (January) – detailed hereafter in « Chapters in books ».

Articles in Peer-reviewed academic journals

- (2009)..... **« Dual-use as knowledge-oriented policy: France during the 1990ies and 2000ies »**, co-author Valérie Mérindol, *International journal of technology management*, accepted for publication in August 2008, forthcoming 2009.
- 2007 **« Toward a reinterpretation of ICT impact on command and control »**, co-author Valérie Mérindol, *Defence studies*, volume 7, number 2 (June), pp 239-257.
- 2006 **« Subjectivisme économique, figures du besoin et de l'utilité marginale à travers les éditions des Grundsätze (1871-1923) de Carl Menger »**,
Cahiers d'économie politique, December, pp. 91-108,
guest editor Stéphane Longuet (University of Picardie, Amiens, France).
- **« Transatlantic cooperation and R&D management: an inquiry into the problem of complementarity »**, co-author Valérie Mérindol,

Defense and peace economics, volume 17, number 3 (Juin), pp 239-256, special issue on 'Defense R&D management', guest editor Asher Tishler

- 2005.....« **Défense, organisation industrielle et réseaux de connaissances** », number 112, 4th trimester 2005, pp 11-25, introduction to the thematic issue of *Revue d'économie industrielle*, guest editor David W Versailles.
-« **La nouvelle gouvernance des programmes de Défense : les relations entre l'Etat et l'industrie** », *Revue d'économie industrielle*, number 112, 4th trimester 2005, pp 83-105, thematic issue dedicated to 'Defense, industrial organization and knowledge networks', guest editor David W Versailles.
- 2000.....« **Friedrich Hayek vs. Karl Popper : Eléments pour un débat sur la connaissance économique** », co-author Christian Schmidt, *Economie et philosophie*, volume 1 number 2, pp 111-139
- 1999.....« **Evolution, individualisme et auto-organisation chez Hayek** » *Cahiers d'Economie Politique*, number 35, Fall 1999, pp. 63-88.
-« **Une théorie hayekienne de la connaissance économique ?** » *Revue d'Economie Politique*, co-author Christian Schmidt volume 109 numéro 6, November-December 1999, pp. 817-33.

Chapters in books

- (2008).....« **The case of industry architectures and co-specialization with the F-35 Lightning II, Joint strike fighter** », in *Re-evaluating the role of Defense R&D and innovation dynamics*, Andrew James and Philippe Larédo editors, London: Edward Elgar, a publication in the PRIME Network of excellence series, *in print*.
- (2008).....« **Analyser le coût économique et budgétaire des opérations extérieures. Réflexions méthodologiques sur les finances publiques françaises** », in *Financement des guerres et des opérations : une perspective historique*, sous la direction de Laurent Henninger, Centre d'études d'histoire de la Défense, Paris : La documentation française, accepted for publication in october 2007, *in print*.
- 2008.....« **Les entreprises liées à la Défense au XXI^{ème} siècle : quels enjeux pour une politique de sécurité globale?** », co-authored with Valérie Mérindol, chapter 5 (pp. 129-146) in *Pour une stratégie globale de sécurité nationale*, edited by Nicolas Arpagian and Eric Delbecque, prefaced by Alain Bauer, Paris: Dalloz
- 2006.....« **International comparisons in the tryptich Government-Industry-Academic research in Defense related R&D projects: the crucial role of expertise abilities** », co-author Valérie Mérindol, in *Management of Technology: New Directions in Technology Management*, M.H. Sherif & T.M. Khalil eds, Elsevier.

- 2003 « **Le concept de base technologique et industrielle de Défense : époques, approches, acteurs** », pp 9-36 in Versailles, Mérindol, Cardot, 2003.
- « **Le rôle des exportations dans la stratégie technologique des firmes de Défense** », pp 37-44 in Versailles, Mérindol, Cardot, 2003.
- « **Le gap technologique entre les Etats-Unis et le reste du monde** », co-auteur Valérie Mérindol, pp 45-80 in Versailles, Mérindol, Cardot, 2003.
- « **Un cheval de Troie : le programme JSF** », pp 81-88 in Versailles, Mérindol, Cardot, 2003.
- « **A la recherche du financement des programmes de recherche** », pp 171-197 in Versailles, Mérindol, Cardot, 2003.
- 2001 « **Patrimoine dans la théorie économique** », entry in the *Dictionnaire des Sciences Economiques*, edited by Claude Jessua, Christian Labrousse et Daniel Vitry, Paris : Presses Universitaires de France, p 676.
- 1997 « **Commentary on Seldon: Individuals Surfing on Internet Waves faced to Bank Secrecy again** » in *Values and Social Order*, volume 3, Gerard Radnitzky editor, Aldershot, UK : Avebury, pp 341-50.
- « **Commentary on Benegas Lynch: Positive "Constitution of Liberty" versus Descriptive Theories** » in *Values and Social Order*, volume 3, Gerard Radnitzky editor, Aldershot, UK : Avebury, pp 155-66.

Articles currently under Peer-Review process

No details mentioned.

Further elements available on request...

Articles currently in preparation, work in progress

Several articles in preparation

Further details available on request...

Recensions (Peer-reviewed journals)

- (2008)..... « **Knowledge, beliefs and economics** », *Economica*, forthcoming review of Richard Arena and Agnès Festré, eds; *Knowledge, beliefs and economics*, Edward Elgar, October 2006.
- 1998 « **De la méthode critique en méthodologie** » *Journal des Economistes et des Etudes Humaines*, volume VIII, number 1, March, pp. 155-62 ; Review of Lawrence A Boland's *Critical*

Economic Methodology, A personal Odyssey, Routledge, London, février 1997.

- 1996.....«**Les libertariens et le libéralisme, étude normative de la liberté ou économie positive?**», *Journal des Economistes et des Etudes Humaines*, VII, 4, 1996 (Dec)
pp. 633-47 ; review of Hardy Bouillon (editor) *Libertarians and Liberalism, Essays in Honour of Gerard Radnitzky on his 75th birthday*, Aldershot, UK: Avebury, 1995 (Fall), 360 p.
- 1995.....«**Values and Social Order**» (in French)
Journal des Economistes et des Etudes Humaines, VI, 1, 1995 (March)
pp. 201-15 ; Review of *Values and the Social Order*, G. Radnitzky, Hardy Bouillon, G. Breland, editors, volume I : *Values and Society*, 272 p; volume II : *Society and Order*, 224 p. Aldershot, UK: Avebury, 1995.
- 1993.....«**Government, Servant or Master?**» (in French), co-author Laurent Deparnay, *Journal des Economistes et des Etudes Humaines*, IV, 1, 1993 (March), pp. 177-84 ; review of Gerard Radnitzky and Hardy Bouillon (eds), *Government, servant or master?*, (Amsterdam, Rodopi, 1993).

Working papers

- 2000-2005Numerous research briefs and reviews on topics related to knowledge economics, industrial economics, complex system management, public policies and the methodology of research in Defense-related areas – Documents reserved for internal use in the French Air Force and in the Directorate for Financial affairs at the French Ministry of Defense.

Publications without peer-review process

- 2004.....« **Le gap technologique entre les Etats-Unis et l'Europe : entre mythe et réalité** », *La revue internationale et stratégique*, published by IRIS, Institut de relations internationales et stratégiques, co-author Valérie Mérindol, Fall (pp 83-92).
- 2004.....« **Les technologies de souveraineté** », co-author Valérie Mérindol, *Diplomaties Magazine* n°8, avril-mai 2004
- 2003.....« **Financer la recherche stratégique** », institutional journal *Défense Nationale*, co-authors Patrice Cardot, Grégoire Postel-Vinay, Brigitte Serreault, special issue on «Europe and armaments policy», October (pp 89-110)
- 2001.....« **Innovation et Défense : l'approche économique** », co-author Valérie Mérindol, *Revue de la Gendarmerie Nationale*, n° 201, December
- 1997.....« **Die Libertarians und der Liberalismus, Ansätze zur Lösung von Alltagsproblemen** », *Neue Zürcher Zeitung*, 14 mars 1997, N°61, p 73.

- 1997 « **On the passage to a less unfree Europe** », *These Tides, For those working for a post-EU Europe*, number 2, August-September 1997, pp 30-32, Comment on Botsford, David, *Britain and the European Union, How we got in and how we should get out*, Foreign Policy Perspectives #28.

Translations

- 2000 **Mauricio Rojas, Millenium doom, Fallacies about the end of work** translated from the English, London: Profile Books Ltd (SMF) (August).
- 1999 **Joseph Schumpeter, chapter excerpted from Das Wesen des Geldes**, translated from the German with Odile Lakomski (University of Amiens), published in the *Cahiers d'Economie Politique*, 1999, novembre.
- 1996 **Raimondo Cubeddu, « De l'insignifiance de l'éthique chez Menger et Hayek : Note sur le rapport de la catallaxie à l'éthique dans l'école autrichienne »**, translated from the German and the Italian in collaboration with Nicolà Iannello (Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa), published in the *Journal des Economistes et des Etudes Humaines*, vol 7, n° 4, Dec. 1996, pp. 483-505.

Scientific edition – Editorial assignments

Edited book projects already mentioned in the section 7.1 supra.

- (2009)..... Guest editor of a special issue of the journal *Economie et institutions* dedicated to the topic “*Current debates on Defense and Security industrial policies in Europe*”, prepared for the first semester 2009. List of contributors currently under elaboration.
- 2005 **Guest-Editor of the thematic issue of *Revue d'économie industrielle*** (issue 112, 4^{ème} trimestre 2005) dedicated to the topic “Defense networks, knowledge networks”, with contributions by Valérie Mérindol (CReA, French Air Force), Patrick Cohendet (University of Strasbourg and HEC Montréal) and Arman Avadikian (CNRS and University of Strasbourg), David C. Mowery (Haas school of business and University of California at Berkeley) and Kira R Fabrizio (Goizueta business school at Emory university), and myself.
- 2000-2002 **Redactor in chief and scientific editor** for the French MoD's information letter in economics « *ECODEF* » (6 issues per year, 13 000 exemplaires) and for the research reports series « *Rapports d'études de l'Observatoire économique de la défense* », in association with the French governmental publisher La Documentation française.
- 1999-2000 Member of the teams of administrators and editors for the internet website of the *European Society for the History of Economic Thought* (ESHET)

- 1999.....Editor of the **CD Rom** presenting, promoting, and publishing the communications presented at the international colloquium “Analysis and doctrine in Hayek’s economic thought” organized by the **Association des Historiens de la Tradition Economique Autrichienne**, Paris, 27-29 May 1999.
- 1998-2000Administrator (with Pr André Lapidus and Dr Paulette Taieb) of the **Virtual Library [Bibliothèque Virtuelle]** and the **Working Papers archive** run by the *Centre d’Histoire de la Pensée Economique* (now PHARE), University Paris I Panthéon Sorbonne,
URL : <http://panoramix.univ-paris1.fr/CHPE>
- 1998.....**Editor of the CD Rom** presenting and promoting the *Centre d’Histoire de la Pensée Economique*, on the special event of inauguration of the Maison des Sciences Economiques, University Paris I Panthéon Sorbonne.

Contributions to conferences and workshops

Communications at conferences in France

- 2008.....« **Towards new hybrid software development models?** »
Co-authored with Thomas Le Texier, communication presented to the FLOSS 2.0 conference, Rennes, June, revised version of the communication presented to the FLOSS 1.5 workshop.
-« **Towards new hybrid software development models? Security, production and adoption dynamics within software projects** », co-authored with Thomas Le Texier, communication presented to the FLOSS 1.5 workshop, Salon-de-Provence, April.
- 2007.....« **Learning adjustments in the cycle of discovery: insights from Defense-related R&D interaction** », co-author Valérie Mérimol, communication at the DIME NoE workshop 1.2 “Organizational innovation: the dynamics of organizational capabilities and design”, revised version of the communication presented at the PICMET 2007 meeting, Nice Sophia-Antipolis (GREDEG, DEMOS), November.
-« **How does technology reshape industrial activities? The case of open source software within the US Department of Defense** », co-author Thomas Le Texier (PhD student at CReA, communication at the colloquium FLOSS (Free / Libre Open Source Software) ‘the diffusion of FLOSS and the organization of the software industry: From legal networks to Economic and Legal models’, Nice Sophia Antipolis, May 31-June 1.
- 2006.....« **Réflexions méthodologiques et finances publiques françaises : analyser le coût des opérations extérieures** », communication for the workshop organized by the Centre d’étude d’histoire de la Défense

- (French MoD) on « Financement des guerres et des opérations, une perspective historique », Paris, May 5.
- « **De la technologie à l'usage : financer l'introduction de nouvelles technologies de l'information et de la communication dans les forces** », co-author Valérie Mérindol, communication at the workshop organized by the Observatoire économique de la Défense (French MoD, SGA/DAF/OED) « Financer la Défense », Paris, May.
- 2004 « **Quelles relations entre maître d'œuvre et maître d'ouvrage ? du Mirage IV au JSF [F35]** », communication for the workshop « Valorisation de la recherche militaire et cycles économiques », Université du Littoral, Dunkerque, January.
- 2003 « **Cycle de vie et financement des programmes de recherche de Défense** » communication for the Tables rondes sur le management de l'innovation, Université du Littoral, Dunkerque, January 23-24.
- 1999 « **Friedrich Hayek vs. Karl Popper : Eléments pour un débat sur la connaissance économique** », co-author Pr Christian Schmidt, colloquium organized in Cerisy-La-Salle « Hayek et la philosophie économique », August 24-31.
- « **Le rôle de Karl Menger dans la diffusion de l'œuvre économique de son père Carl Menger** », Journées d'Etude « Les économistes Autrichiens : 1870-1939 », Université de Picardie, Amiens, May 19-21.
- « **The status of individualism in the thought of Friedrich Hayek : the road towards a normative theory** », colloque « Analyse et doctrine dans la pensée économique hayekienne », Paris, May 27-29.
- 1998 « **Economie informelle et nouvelles technologies de l'information : Internet et l'évasion fiscale** ». *Contribution associée* au Congrès Annuel de l'Association Française de Science Economique, Paris, Sept. 18-19.
- « **Carl Menger et Léon Walras : subjectivisme, utilité et coordination** », Université d'Eté en Histoire de la pensée et Méthodologie Economique, sur le thème « Les controverses sur les formes de coordination par le marché », Université Pierre Mendès-France (Grenoble 2), Grenoble, September 1-5.
- « **Subjectivism and anti-inductivism as the basis of spontaneous order : The Austrian reference to institutions from Menger to Hayek** », Journées d'Economie Autrichienne, University Lyon II (MRASH), March 14.
- 1997 « **Une relecture du cas des intransitivités de préférence sous l'axe du subjectivisme de Carl Menger** », Journées d'Economie Autrichienne, Université Paris I (Tolbiac), September 26-27.

-« **Carl Menger 's epistemology and the Austrian tradition** »
European Society for the History of Economic Thought, Marseille,
February 27-March 2.

Communications at conferences abroad

- 2008.....« **Defense-related activities serving case-study methodology: insights from an experience inside the Fr MoD and the Fr AF** »,
co-authored with Valérie Merindol,
track 10 (chaired by Bill McKelvey) of the EGOS conference,
Amsterdam, July.
-« **Sharing awareness and problem solving: introducing the concepts of embodied knowledge, epistemic and pragmatic action** »,
communication to the tracks 2 (Network and networking) and 4
(Cognitive issues) of the 13th ICCRTS conference, organized by the
Command and control research program, US Department of Defense,
Bellevue (Seattle), WA, USA, June.
- 2007.....« **Inertia, irreversibility and knowledge conversion in the dynamics of technological change: a case study in military aeronautics** »,
communication at the annual meeting eBRF 2007,
Jyväskylä (Finlande), September.
-« **Learning adjustment speeds and the cycle of discovery: a case study in Defense R&D related interaction** », co-authored with Valérie
Mérindol, communication at the annual meeting PICMET 2007,
Portland (Oregon, USA), August.
-« **The JSF F-35 program as a technological system** », communication
at the workshop organized by the thematic group InnoMil in the Network
of excellence (NoE) PRIME, on invitation, Manchester, April.
- 2006.....« **Command and control, information technologies and subsidiarity: from the asymmetry of information to the asymmetry of knowledge** », co-authored with Valérie Mérindol, communication at the
Command and control research and technology symposium (CCRTS)
organized by the US Department of Defense (OASD-NII), San Diego
(CA), USA, June.
- 2005.....« **Defense-related innovation, knowledge transfers and the dynamics of the Triple Helix: an analysis of the F/A 18 and JSF F-35 programs** », communication at the workshop organized by the thematic
group InnoMil in the Network of excellence (NoE) PRIME, on
invitation, Manchester, September.
-« **The governance of the Tryptich Government-Industry-Academic research in the dynamics of networks** », 5th Triple Helix conference,
co-authored with Valérie Mérindol, conference organized by the Network
of excellence (NoE) PRIME, Torino (Italy), May.

- 2004 « **Transatlantic cooperation and missile Defense: an inquiry into the problem of complementarities** », co-authored with Valérie Mérindol, communication to the second meeting of the Association aéronautique et astronautique de France AAAF dedicated to Anti-missile defense « Challenges in Europe », Florence (Italy), September.
- « **Defense related innovation between national-based and sector-based analysis: the triptych government / industry / academic research in the dynamics of networks** », co-authored with Valérie Mérindol, Communication #1291 (WE2.6.06.S Seq.6) to the 13th International conference on management of technology (IAMOT) “New directions in technology management: changing collaboration between government, industry and university”, Washington DC, USA, April.
- « **Situational logic and the dynamics of organizational knowledge creation: instances from Defense-related industries** », colloque “*Information, Knowledge and management: Re-assessing the role of ICT in public and private organizations*” organized by the university of Manchester and the Scuola superiore della pubblica amministrazione (SSPA), Bologna (Italy), March.
- 2003 « **The structuring role of expertise skills in the public private coordination : instances from the management of Defense R&D** », co-authored with Valérie Mérindol, communication at the annual “R&D management” conference, Manchester, UK, July.
- 2001 « **Focusing on Defense related issues** », contribution to the workshop « *The European union and its constitution* », organized by PD Dr. Hardy Bouillon, University of Trier, on behalf of the *Liberty Fund* network, Nennig, Allemagne, October 25-28.
- 2000 « **Knowledge, rationality and cognition; Lessons from peace enforcement military operations** », communication to the *Workshop on cognitive economics*, organized by Pr S. Rizzello, University of Torino, Alessandria and Torino (Italy).
- « **Subjectivism and utility in Carl Menger’s *Grundsätze*: nomologic laws in economics without psychologism** », communication to the annual meeting of the *European Society for the History of Economic Thought*, ESHET, Graz (Austria), February 24-27.
- « **Psychology and Austrian apriorism : some thoughts on an ambiguity from Menger to Mises** », co-authored with Thierry Aimar, communication to the annual meeting of the History of Economic Society, HES, Vancouver (BC), Canada, June 30-July 2.
- 1999 « **La microeconomia di Carl Menger come teoria cognitiva** », communication to the workshop « *Economia come scienza cognitiva* », Università degli Studi di Trento, April 29.

-« **Walrasian Offsprings : Carl Menger's Economics as presented by Karl Menger** », communication to the 5th Austrian Scholars Conference, University of Auburn, Auburn, AL., USA, April 16-18.
-« **Le conseguenze di una epistemologia non-giustificazionista ed evolucionista per la didattica** », in collaboration with Pr Jack Birner, as part of the research project « Didattica a basa di problemi : Applicazione, ricerca empirica, e fondamenti teorici », Laboratorio di Scienze Cognitive, Università degli Studi di Trento, Rovereto (TN, Italy), December 5.
-**Contribution to the workshop on cognitive sciences**, organized for the inauguration of the Laboratorio di Scienze Cognitive, Università degli Studi di Trento, Rovereto (TN, Italy), October 23.
-« **Division of knowledge as a case for institutionalism : An Austrian perspective on interactionism** », co-author Gérard Bramoullé, Communication at the annual meeting of the European Society for the History of Economic Thought, ESHET, Bologna, Italy, February 27, March 1.
-« **Menger and Popper: two cases for methodological institutionalism** », communication at the annual meeting of the History of Economics Society, HES, Montréal, Canada, June 19-22.
- 1996.....« **Epistemic tensions on Individual Rationality: a modern challenge for the Austrian School of Economics** », Communication at the 66th annual meeting of the Southern Economic Association, Washington DC, November 25-26.
-« **Le problème du temps: interprétation subjectiviste contre subjectivisme épistémique dans la révolution marginaliste** » communication to the workshop « Le temps dans la pensée économique », Toronto, Canada, June 25-26.
- 1995.....« **Individuals surfing on internet waves faced to bank secrecy again.** » communication to the XXth International Conference for the Unity of Science, I.C.U.S., Seoul, Southern Korea, August 21-27.
-« **Positive "Constitution of Liberty" versus descriptive theories** » communication to the XXth International Conference for the Unity of Science, I.C.U.S., Seoul, Southern Korea, August 21-27.

Organization of sessions, colloquia and workshops

- 2008.....Local organizer with Thomas Le Texier (CReA) of a **FLOSS** series workshop dedicated to “**FLOSS and Security issues**”, co-organized with Dominique Torre (GREDEG, Univ Nice and CNRS) hosted by CReA in Salon de Provence, April 2008.

- Organizer and host with Jacques Raout of a workshop dedicated to **Noise radar**, in the framework of the NATO RTO RTG057, along with a thematic cooperation with ONERA; CReA, Salon de Provence, January.
- Local organizer of and contributor to a workshop on “**Knowledge theory and knowledge conversion**”, keynote conference speaker Max Boisot (INSEAD and University of Birmingham), hosted at CReA, Salon de Provence, January 19th
- 2007 Co-organizer of the 1st Workshop on “The diffusion of Free Libre Open Source Software [**FLOSS**] and the organization of the software industry: from social networks to economic and legal models”, with Eric Darmon (CREM, University Rennes I), Dominique Torre (GREDEG / DEMOS, University of Nice and CNRS), Jean-Benoît Zimmermann (GREQAM, CNRS) and Thomas Le Texier (CReA and GREDEG / DEMOS), Nice Sophia Antipolis, May 31st and June 1st.
Member of the scientific committee of the workshop.
- 2000 Organization with Thierry Aïmar of the session « The Austrians and the use of psychological assumptions in economics » at the annual conference of the **History of Economic Society**, Vancouver, BC, June 30–July 2.
- Organization of the session « Progress in economics and the status of the psychologic assumptions in economics at the time of the marginalist revolution », at the annual conference of the **European Society for the History of Economic Thought**, Graz (Austria), February 24-27.
- Organization with Christian Schmidt of the roundtable on « Hayekian Perspectives on Economic Analysis », on the basis of the special issue of the French journal *Revue d'Economie Politique* (vol 109 n° 6, edited by Christian Schmidt with support of David W Versailles),
at the annual meeting of the **European Society for the History of Economic Thought**, Graz (Austria), February 24-27
- Organization of a workshop on the same volume and on the same topic at the **University Paris IX Dauphine**, March 8, (Salle Raymond Aron).
- 1997 Organization of the session "*Rationality and interaction*" at the annual meeting of the **European Society for the History of Economic Thought**, Marseille, February 27-March 2.

Invited conferences and presentations

- 2008 « **Improving shared awareness in ISR** », keynote speaker
communication to the Global Integrated ISR [Information, surveillance, reconnaissance] conference (theme « Sustaining Global ISR Superiority through the Prominence of ISR Projections »), Berlin, November (forthcoming).

-« **Cold advanced technologies create more confusion than coherence ?** », pannelist and keynote speaker to the monthly roundtable organized by *SDA, Security and defense agenda* (Bibliothèque Solvay, Bruxelles), in cooperation with the Atlantic council of the United States (Washington DC, USA), May – Proceedings published under the editorship of Giles Meritt, June.
- (2008).....« **Putting key milestones in place order to improve shared awareness** », communication to the Battlespace information 2008 conference, keynote speaker invited by the organizers (and chairman) of stream A “Communication and shared situation awareness”, Bruxelles, April.
- 2007.....« **Défense, politiques d’innovation et réseaux de connaissances** », co-author Valérie Mérindol, communication for the auditors of the sessions organized in Economic intelligence by IERSE, *Institut d’études et de recherche sur la sécurité des entreprises*, Direction générale de la Gendarmerie nationale, France, coordinated by general secretary Eric Delbecque, October.
-« **La maîtrise des technologies critiques au regard des exercices américains de technologies clés militaires : le positionnement de l’Europe** », co-author Valérie Mérindol, communication for the group on Industry foresight 2020 [Prospective de l’industrie 2020], coordinated by Philippe Bourgeois for the ECRIN association (www.ecrin.asso.fr), January.
- 2006.....« **Restitution of the research study « Gestion des connaissances et organisations de Défense : quels enseignements du Network centric warfare ?** », French Ministry of Defense, Delegation for strategic affairs, September.
- 2005.....« **Defense and security S&T in a European framework** », conference at the seminar « Science and technologie for a transforming alliance », organized by the French Fondation pour la recherche stratégique et the Royal united services institute for Defence and Security analysis (RUSI, UK), Paris, March.
- 2003.....« **Veille technologique: l’analyse méthodologique des exercices de technologies clés militaires américaines** », co-author Valérie Mérindol, conference for a meeting with the European industry organized by the French Defense procurement agency DGA, on Anti-missile Defense, December.
-« **Cycle de vie des programmes d’armement et cycle des financements** », conference for the Armaments and Forces officers in charge of foresight and planning missions (Collège des architectes de systèmes de forces (DGA/SASF) et des officiers de cohérence opérationnelle (OCO)), organized by the Directorate for Plans and Finance at the French Joint staff (EMA/PPE), September.

- « **Rôles et compétences de l'utilisateur dans la gestion des programmes d'armement** », conference for the Armaments and Forces officers in charge of foresight and planning missions (Collège des architectes de systèmes de forces (DGA/SASF) et des officiers de cohérence opérationnelle (OCO)), organized by the Directorate for Plans and Finance at the French Joint staff (EMA/PPE), September.
- « **Veille technologique et scientifique : les indicateurs au service de la politique d'innovation** », co-author Valérie Mérimondol, conference for the Armaments and Forces officers in charge of foresight and planning missions (Collège des architectes de systèmes de forces (DGA/SASF) et des officiers de cohérence opérationnelle (OCO)), organized by the Directorate for Plans and Finance at the French Joint staff (EMA/PPE), September.
- « **Dynamique des marchés dans le secteur de la Défense: base industrielle et technologique de Défense et financements** », conference for the research seminar in industrial economics at the CNRS (IDEFI) and University of Nice Sophia Antipolis, April.
- « **Dynamique des marchés, base industrielle et technologique de Défense et R&D** », conference for the research seminar in S&T policies and R&D management organized by the French ministry for R&D (« Repères »), April.
- 2002 « **Cycle de vie des programmes et financement de la R&D de Défense** », conference for the Foresight board of the French Defense procurement agency (Conseil général pour l'armement, DGA/CGAr), March.
- « **Les exportations des firmes de Défense** », conference for the Foresight board of the French Defense procurement agency (Conseil général pour l'armement, DGA/CGAr), February.
- 2001 « **Le concept de base technologique et industrielle de Défense** », conference for the Foresight board of the French Defense procurement agency (Conseil général pour l'armement, DGA/CGAr), December.
- « **La Défense exemple de relation entre secteurs public et privé en matière d'innovation ; comparaisons entre la France, les États-Unis, le Royaume-Uni** », communication for the research group in Knowledge economics, as representative of the Director for financial affairs of the French ministry of Defense, French Commissariat général du plan, November.
- « **Parliamentary role in Defense budgeting : the French experience** », conference for the workshop « Parliamentary role in budgeting and peacekeeping », organized by *NATO Economic directorate* and the *NATO-Ukraine Commission*, Kiev, Ukraine, June.

- 1997.....« **A popperian approach to the epistemologies of the Austrian school** », conference for the seminar in Austrian economics, University Paul Cezanne (Aix Marseille III), January.
- 1995.....« **L'évolutionnisme de Hayek: les critiques méthodologiques et épistémologiques** », conference for the ERASMUS program in Corporate social responsibility and Business ethics, Faculty of Law and political science, University Paul Cezanne (Aix Marseille III), July.

Consultancies and advice to governmental bodies

Expert groups for international organizations

- 2007-2008Experts groups « European Defense Technological and Industrial Base » (EDTIB) for the Industry & Market directorate at the **European Defense Agency** and for various panels gathered in the framework of research projects (Bruxelles).
- 2001.....External expert to the '**NATO Ukraine' Commission** of the Economic directorate at the North Atlantic Treaty Organization, dedicated to '*the Role of Parliaments in the budgetarian processes associated to Defense and Peace keeping*'.

Expert groups for the French ministry of Defense

- 2002-2003**Conseil général pour l'armement** (DGA): mission on the transatlantic technological gap [*« Gap technologique transatlantique »*] run by IGA Jean-Pierre Crestin and ICA Pierre Dumas
- 2001-2003**Conseil général pour l'armement** (DGA) : mission on R&D, Defense-related issues and the European construction, including the preparation of specific elements for the constitutional treatise [*« R&D, Défense, Europe' »*] run by Patrice Cardot heading with Mrs Brigitte Serreault (vice-president, EADS) the thematic subgroup in charge of R&D budgeting and funding (and related policies) issues.
- 2000-2003**Conseil économique de la Défense**, headed by Madame Edwige Avice thematic groups '*Industry*', '*Defense industrial and technological base for the future*' et '*Developping and financing*', including research activities associated
 - to the externalization of Defense functions (report for the French Ministry of Defense, issued on July 16th, 2001) and published by the MoD (DICOD, 2001);
 - to the inquiry of technological and budgetarian gaps (2003).

Governmental consultancies (France)

- 2007 Ordinary member of the experts group « Prospective sur l'industrie européenne en 2030 » (**Foresight on European industry – 2030**) coordinated by the **ECRIN** association, and run by Philippe Bourgeois (DIAC), in charge of the projects « Critical technologies 2010 » for the French ministry of Finance and Industry.
- 2001-2002 Representative of the Director for financial affairs, Ordinary member of the experts group on *Knowledge economics* ('*Economie de la connaissance*') managed by the French inter-governmental **Commissariat général au plan**, group headed by Pascal Viginier; research published with the title *La France dans l'économie du savoir : pour une dynamique collective*, Paris : La documentation française, November 2002.

Expert groups in the academic area

- 2005+ Member of the Orientation and foresight committee (Conseil d'orientation et de prospective, COP) of the Engineer (grande école) Ecole Centrale Marseille.

Other activities

Collective missions and commitments as the director of the Research center of the French Air Force between June 2002 and September 2008, in charge of specific aspects related to the creation of the Research Center of the French Air Force and of the introduction of the LMD reform (Bologna process) inside the French Air Force and the French ministry of Defense, are not developed hereafter. The same holds for the responsibilities endorsed while positioned at the Directorate for financial affairs of the French MoD (2000-2002).

In both cases occurred the usual duties associated to day-to-day management of teams (budget, organization, personnel management, etc) and to the negotiation of research projects budgets and constraints.

A competence as an interface between the French MoD's decision makers and the world of academic or institutional research has been implemented.

Peer-Review for Journals and Publishers

- Routledge
- *Revue d'économie industrielle, Revue d'économie politique*
the international C2 [Command and Control] journal (journal of the CCRP)
- Member of the Board of experts for the *Revue d'économie publique*

Expertise and evaluation

- For research grants and research projects budgets for the CNRS, for the domains Society and Humane sciences, and Communication and cognitive sciences
- For the habilitation of Masters in economics,
on behalf of the *Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur*, AERES, Fr Ministry for Research and Universities

Other Reviewer activities

- Reviewer for the Prix d'économie de la Défense awarded by the French ministry of Defense (Conseil économique de la Défense)

Memberships of international learned societies

- Founding member of the network *Free libre open source software* (FLOSS)
Member of the scientific committee to the network
- Associate member to the Network of excellence (NoE) PRIME
and active member of the InnoMil thematic workshops (FP6 fundings)
- Member of the Royal Economic Society (RES)
- Member of the History of Economic Society (HES)
- Member of the European Society for the History of Economic Thought (ESHET)
- Member of the International Defense Economics Association (IDEA)
- Member of the Society for the Development of Austrian Economics (SDAE)
- Member of the International Network for Economic Methodology (INEM)
- Member of the European Group for Organizational Studies (EGOS)

Memberships of French learned societies

- Member of the Association Française de Science Economique (AFSE)
- Member of the Association aéronautique et astronautique de France (AAAF)
- Member of the Association française des économistes de Défense (AFECOD)

Non-scientific associative commitments

• **Alumni**

Alumni association, Saint-Charles State highschool, Marseille
[Association des Anciens Elèves du Lycée d'Etat Saint Charles]
1500+ active members

- ☞ Treasurer of the association since 2001; President between 1993 and 2000;
Vice president between 1985 and 1992
- ☞ Editor for the Carolus alumni compendium; Editor in chief for the News
bulletin between 1995 and 2005; Webmaster until 2005.

- **Sports**

Member of the Car races and motor sports association of Marseille [Association Sportive Automobile de Marseille] (ASA Marseille), licenced as *Marshall-in-chief, Rallyes and road races* by the French Automobile Sports Federation (FFSA), active until 2001. Specific commitments as:

- ☞ Member of the Managing committed of the ASA Marseille (1987-1995)
- ☞ Member of the organization committee for the Sainte Baume Rallye, a race of the French Rallye Championship (2nd division) (1987-1995).
- ☞ Managing officer for institutional communication; editor for video, photography and institutional communication (1992–1995).
- ☞ Executive producer and film director for the ASA Marseille of the video reportages promoting the Sainte Baume Rallye (1992–1995).

Varia

Photography, including ten years as a semi-professional for sports photography.

6. Table des matières

1. PRÉSENTATION ANALYTIQUE DES TRAVAUX DE RECHERCHE.....	1
A. Méthodologies individualistes et explication en analyse économique	6
<i>Le rejet du psychologisme et du subjectivisme psychologique.....</i>	<i>6</i>
<i>Théories de la cognition individuelle et explication de la coordination.....</i>	<i>10</i>
<i>Le problème de l'individualisme méthodologique.....</i>	<i>13</i>
B. Articulation individuel / collectif en théorie des organisations.....	17
<i>Information, connaissance, réseaux et coordination</i>	<i>17</i>
<i>Organisation industrielle et dynamique de l'innovation</i>	<i>19</i>
<i>Réseaux d'innovation et intelligence stratégique sur les industries de Défense</i>	
<i>Aspects prospectifs.....</i>	<i>22</i>
C. La position spécifique du chercheur en institution, au sein de la Défense	25
<i>Le choix de la Défense comme terrain d'investigation.....</i>	<i>25</i>
<i>Neutralité du chercheur et « protection » des sources.....</i>	<i>26</i>
D. Activités en cours.....	28
<i>Thème 1 : Méthodologies individualistes et explication en analyse économique.....</i>	<i>28</i>
<i>Thème 2 : Information, connaissance, compétences et économie de la Défense</i>	<i>29</i>
<i>Thème 3 : Organisation industrielle, réseaux de connaissance et organisations de</i>	
<i>Défense.....</i>	<i>31</i>
E. Bibliographie.....	33
2. ARTICLES DU THÈME 1: MÉTHODOLOGIES INDIVIDUALISTES ET EXPLICATION EN	
ANALYSE ÉCONOMIQUE	37
A. JEEH, VIII-1, Recension de Boland, Critical economic methodology, 1998	39
Un économiste héritier de Karl Popper	40
Méthodologie, méthode, logique et analyse économique.....	41
La méthodologie comme <i>logique</i> de la découverte scientifique.	44
Bibliographie.....	46
B. CEP, 1999, "La place de l'individualisme dans la théorie hayekienne ..."	47
Cognition et évolution dans <i>Fatal Conceit</i>	49
Ordre et évolution dans la problématique de Hayek.....	52
Le mécanisme évolutionniste au niveau de l'ordre.	57
Le mécanisme évolutionniste au niveau de l'individu.	61
Conclusion.	65
Bibliographie.....	66
C. REP, 1999, "Une théorie hayekienne de la connaissance économique ?" co-auteur	
Christian Schmidt.....	71
Aux origines des interrogations hayekiennes sur la connaissance économique	73
Une approche cognitive du processus économique.....	73
Tâtonnement méthodologique et synthèse finale	75
Vers une théorie de la connaissance économique	76

Table des matières

Les trois piliers de la connaissance économique.....	76
Des connaissances au savoir économique.....	78
Connaissance des règles et ignorance des conséquences imprévisibles des décisions économiques.....	80
Pour conclure	82
Bibliographie	82
D. Revue de Philosophie économique, 2000, “Hayek vs. Popper” co-auteur Christian Schmidt	85
Introduction.....	86
Calcul et prédiction en économie.....	87
Le problème de la prédiction en sciences sociales.....	87
Les impasses logiques du constructivisme et les ambiguïtés de l’historicisme.....	92
Théorie de la connaissance et connaissance économique	98
Dualisme versus monisme.....	98
Rationalité et connaissance économique.....	102
Bibliographie	105
E. CEP, 2006, “Subjectivisme [...] [dans] les Grundsätze (1871-1923) de Carl Menger”	109
Les Grundsätze de 1871 à 1923.....	111
Les figures du besoin et la connaissance individuelle.....	113
Les figures de l’utilité et la valeur d’usage.....	115
Le marginalisme appliqué aux valeurs d’usage	118
Conclusion.....	119
Bibliographie	121
F. <i>Economica</i> , 2008 (sous presse), Recension d’Arena et Festré (eds;) (2006)	125
3. ARTICLES DU THÈME 2: INFORMATION, CONNAISSANCE, COMPÉTENCES ET ÉCONOMIE DE LA DÉFENSE.....	129
A. Defense Studies 2007: “Towards a reinterpretation of ICTs’ impact on C2”, co-auteur Valérie Mérindol	131
Introduction.....	132
Delegation, C2 and asymmetries of information.....	133
ICTs’ Impacts on command and control.....	133
ICTs’ impact on milieu specificity	135
Delegation, C2 and asymmetries of knowledge	139
ICTs and the management of C2 competencies	139
ICTs and the emergence of joint competencies	142
Conclusion	146
B. 13 th ICCRTS (2008): “Sharing awareness and problem solving”	147
Decision-making, information and knowledge.....	149
Tactical coordination and (self-)synchronization as the outcome of SA.....	153
Tactical action as the application of the agents’ embodied knowledge	158
Conclusion	160
Bibliography.....	161
4. ARTICLES DU THÈME 3: ORGANISATION INDUSTRIELLE, RÉSEAUX DE CONNAISSANCES ET ÉCONOMIE DE LA DÉFENSE.....	163
A. 2003: “Le concept de BITD” (in Versailles et alii, 2003).....	165
« D » : la fin des bénéfices de la paix.....	167
« I » : la fin des monopsones	170
« T » : la fin de la spécificité « Défense ».....	177
« B » : quel rôle pour l’acteur public ?	182
Bibliographie	184
B. REI, 2005, “Defense, organisation industrielle et réseaux de connaissances”	187
L’origine de l’organisation industrielle de la Défense : le complexe militaro-industriel.....	190
Dynamique industrielle de la Défense.....	193
Organisation industrielle et réseaux de connaissances.....	195
Internationalisation des questions d’économie industrielle propres à la Défense	197

En guise de conclusion...	198
Bibliographie.....	199
C. IAMOT, 2006: "Sector-based vs. National-based explanations of the triptych Government / Industry / Academic research in Defense-related R&D...", co-auteur Valérie Mérindol	201
Knowledge-production frontiers and the triptych State-Science-Industry	204
Defense sector specificities: recurrent and new features	204
New interaction between public and private actors and national answers.	206
Knowledge-based explanations of Defense innovation networks	208
National-based explanations contribute to Defense-related innovation	208
The transformation of Defense innovation : the sector-based explanations	210
Conclusion	211
Bibliography	212
D. IJTM 2009 (forthcoming), "Dual-use as knowledge oriented policy [...]", co-auteur Valérie Mérindol	215
Introduction	216
Knowledge-oriented features in dual-use policy making.....	217
Dual-use policy making in the linear and sequential reference to innovation	217
From traditional innovation policy towards knowledge-oriented policies	218
Emergence and development of dual-use technology policies	220
Methodology: France as a case study	221
France during the 1990ies: first initiatives and ruptures	222
First initiatives: the Syrecide program.....	223
New orientations in innovation policy, against dual-use projects.....	223
France during the 2000ies: the difficulty of coping with the drivers of knowledge-oriented policies.....	225
DGA contribution to projects financed by the RRIT.....	225
Emergence and development of dual-use technology policies	226
Discussion	228
The French case: dual-use policies as an alibi to lower the influence of the MoD	228
Institutional complexity and the lack of inter-services coordination	229
Conclusion	231
E. REI, 2005: "Le maître d'œuvre dans les programmes d'armement..."	235
Introduction	236
Maître d'œuvre et maître d'ouvrage entre réseau émergent et réseau consolidé.	238
Le Mirage IV comme illustration de réseau émergent centré sur un maître d'œuvre industriel	238
Connaissances tacites et rôle du maître d'œuvre industriel dans les réseaux : consolidation vs émergence.....	241
La fonction d'intégrateur de systèmes et les frontières des réseaux de connaissances.....	244
Le métier d'intégrateur de systèmes du Mirage IV au F-35 Joint Strike Fighter [JSF].....	244
Intégration de systèmes et discrimination des acteurs : un repositionnement des maîtres d'œuvre ...	248
Conclusion	252
Bibliographie	253
F. DPE, 2006: "Transatlantic cooperation and R&D management..." , co-auteur Valérie Mérindol	257
Introduction	258
Differentiating technical, systemic and strategic knowledge assets.....	260
American military critical technological lists (MCTL)	262
Methodological Remarks	263
Some Results from the Charts	264
Learning processes in transatlantic Defense and Security-related programs.....	268
F/A 18 Exports and the Construction of the Spanish Aerospace Industry	269
The JSF Transatlantic Cooperation	270
From cooperative learning to strategies of [Transatlantic] cooperation	272
Summary and conclusion	275
References	275
G. 2003: "Un cheval de Troie : le programme JSF" (in Versailles et alii, 2003)	279
Economie générale du programme	280

Table des matières

Le montage industriel	281
Le montage technologique	283
H. 2009 (forthcoming), “The case of industry architectures and co-specialization with the F-35 Lightning II, JSF »	287
Introduction.....	288
Outline of the JSF program	289
JSF network integration and the role of industry architectures	291
JSF modalities for international collaboration: managing mutual dependencies and network externalities	294
The influence of the JSF on co-specialisation dynamics in the aeronautic industry	297
Conclusion: Implications of the JSF program.....	300
References.....	302
5. CURRICULUM VITAE	305
Managerial and Organizational competencies	308
as the Director of the Research Center of the French Air Force.....	308
As the Head for economic research at the Directorate for Economic affairs, French Ministry of Defense (2000-2002).....	309
Education.....	310
Fellowships and prizes	311
Languages.....	311
Software	312
Research positions and commitments	312
Current commitments:.....	312
Previous commitments:	312
Current Employment	313
Employment history	313
Contributions to teaching; lectures	314
At the Undergraduate level (L1-L2-L3) (1993-2000).....	314
At the Post-Graduate level, Master level (M2R, M2P) taught in French and/or in English, 1995 onwards	314
At the Master level, Engineer in aeronautics French Air Force Academy, 1998-2008	314
Programs development	315
Administration and supervision of Air Force cadets’ research.....	315
Supervision.....	316
Doctorate Defense committees	316
Research, dissertations and reports	317
Dissertations and documents associated to academic education	317
Research contracts and the associated reports.....	317
Publications	319
Books.....	319
Articles in Peer-reviewed academic journals	319
Chapters in books.....	320
Articles currently under Peer-Review process	321
Articles currently in preparation, work in progress.....	321
Recensions (Peer-reviewed journals)	321
Working papers	322
Publications <i>without</i> peer-review process	322
Translations.....	323
Scientific edition – Editorial assignments.....	323
Contributions to conferences and workshops.....	324
Communications at conferences in France	324
Communications at conferences abroad	326
Organization of sessions, colloquia and workshops.....	328
Invited conferences and presentations.....	329
Consultancies and advice to governmental bodies	332
Expert groups for international organizations	332
Expert groups for the French ministry of Defense	332

Governmental consultancies (France)	333
Expert groups in the academic area	333
Other activities	333
Peer-Review for Journals and Publishers.....	333
Expertise and evaluation	334
Other Reviewer activities	334
Memberships of international learned societies	334
Memberships of French learned societies.....	334
Non-scientific associative commitments	334
Varia	335
6. TABLE DES MATIÈRES	337

© 2008
David W Versailles